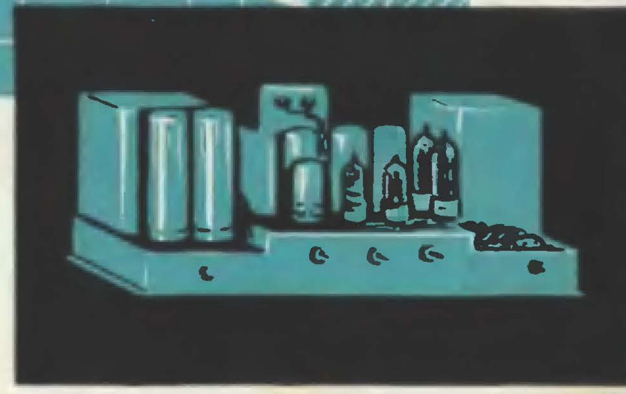


Г. С. Гендин



Самодельные усилители низкой частоты

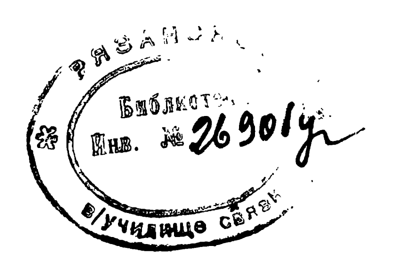
ИЗДАТЕЛЬСТВО
«ЭНЕРГИЯ»

МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 538

Г. С. ГЕНДИН

САМОДЕЛЬНЫЕ УСИЛИТЕЛИ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ





ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА 1964 ЛЕНИНГРАД

УДК 621.375.132
Г 34

Содержится описание нескольких любительских усилителей низкой частоты — от простейшего однолампового, доступного для изготовления радиолюбителю, впервые приступающему к сборке усилителя, до более сложных, предназначенных для изготовления в радиокружках, как например, усилитель для школьного радиоузла.

В первой главе, предназначенной для начинающих радиолюбителей, содержатся общие сведения об усилителях. Во второй и третьей главах описываются ламповые и транзисторные усилители.

Книга предназначена для широкого круга радиолюбителей.

Гендин Геннадий Семенович

Самодельные усилители низкой частоты. М.—Л., издательство «Энергия», 1964
64 стр. с илл. (Массовая радиобиблиотека. Вып. 538).
Темплан 1964 г., № 326

* * *

Редактор А. И. Кузьминов
Обложка художника А. М. Кувшинникова
Техн. редактор И. И. Хайкин

Сдано в набор 11/IV 1964 г. Подписано к печати 29/V 1964 г. Т-04382
Бумага 84×108 1/32 3,28 печ. л. Уч.-изд. л. 4,43 Тираж 100 000 экз.
Цена 18 коп. Заказ 446

Типография изд-ва «Московский рабочий», Москва, Петровка, 17.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ УСИЛИТЕЛЯХ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

ВВЕДЕНИЕ

Значительное большинство радиолюбителей начинает свое знакомство с радиотехникой с усилителей низкой (звуковой) частоты. Это объясняется тем, что аккуратно собранный несложный усилитель обычно сразу, без всяких регулировок, начинает работать, доставляя начинающему любителю первую радость. Кроме того, простой усилитель обычно доступен для самостоятельного изготовления тем любителям, недостаточные теоретические знания и практический опыт которых не позволяют им браться за постройку более сложного радиотехнического устройства.

Такой путь знакомства с радиотехникой наиболее правильный, так как знакомство с работой усилительного каскада и его изучение необходимы для понимания принципа работы любого радиоаппарата. За редким исключением вся радиоаппаратура (приемники, телевизоры, магнитофоны и т. п) в основном состоит из различных усилительных каскадов (каскадом или ступенью называется лампа или транзистор и относящиеся к ним элементы схемы). Поэтому важно, чтобы начинающий радиолюбитель с первых шагов уяснил физическую сущность работы усилительного каскада и подходил к конструированию усилителя сознательно, не копируя слепо случайно попавшиеся схемы.

Эта книга не может служить учебным пособием, поэтому для изучения физических основ и принципов работы усилительного каскада читателю необходимо обратиться к другим источникам, например к книге И. П. Жеребцова «Элементарная радиотехника».

Здесь же даются лишь некоторые элементарные сведения об усилителях, которые помогут начинающему радиолюбителю самостоятельно и грамотно приступить к конструированию усилителя, предназначенного для той или иной цели. Кроме того, здесь расшифровываются некоторые термины, с которыми радиолюбителю придется постоянно сталкиваться.

Из самого названия усилителя следует, что он предназначается для усиления электрических сигналов. Любой усилительный каскад работает на так называемую нагрузку. Нагрузкой называется элемент схемы или устройство, на котором усиленный электрический сигнал либо выделяется в виде электрического напряжения,

либо преобразуется в сигналы другого вида, т. е. энергия электрическая преобразуется в иную энергию: механическую, звуковую, световую и т. п. (в зависимости от назначения устройства).

Усилители низкой частоты, предназначенные для воспроизведения звука, могут состоять из одного или нескольких каскадов. Нагрузкой усилителей служат громкоговорители или головные телефоны.

В громкоговорителе электрическая энергия усиленных колебаний преобразовывается в энергию звуковую. Благодаря этому с помощью громкоговорителя можно слышать сигналы, переданные в виде электрических колебаний низкой (звуковой) частоты.

Если звук излучается громкоговорителем, то совершаемая им механическая работа пропорциональна мощности электрических колебаний, подводимых к громкоговорителю от усилителя. Поэтому чем большую мощность отдает усилитель в нагрузку — громкоговоритель, тем громче работает громкоговоритель.

В радиотехнике, когда речь идет о громкости воспроизведения звука, обычно говорят о неискаженной громкости. Дело в том, что из-за технического несовершенства радиоаппаратуры не удается идеально воспроизвести те звуки, которые были переданы с помощью электрических сигналов. Искажения сигналов, хотя и незначительные, всегда имеются при любой громкости звука. Однако, как правило, с увеличением громкости искажения также начинают увеличиваться и при некоторой громкости становятся настолько большими, что слушать передачу становится неприятно.

Ту громкость, при которой искажения звука становятся заметными, условно называют максимальной неискаженной громкостью, а электрическую мощность, которая при этом подводится к громкоговорителю — неискаженной выходной мощностью. Неискаженная выходная мощность является важнейшим параметром усилителя низкой частоты.

Мощность, подводимая к громкоговорителю, как принято говорить, «снимается» с лампы оконечного (выходного) каскада усилителя и подводится к громкоговорителю через выходной трансформатор. Его назначение — согласовать малое сопротивление звуковой катушки громкоговорителя (обычно несколько ом) с большим выходным сопротивлением оконечной лампы (от сотен ом до десятков килоом) для получения наибольшего коэффициента передачи энергии, а следовательно, и для повышения коэффициента полезного действия (к. п. д.) усилителя.

Под к. п. д. усилителя подразумевают отношение неискаженной выходной мощности к мощности, потребляемой усилителем от источника питания.

Существует ряд радиоламп, специально предназначенных для применения их в оконечных каскадах усилителей низкой частоты. Каждая такая лампа может отдать в нагрузку вполне определенную неискаженную мощность, которая может быть получена только при определенном режиме. Рабочим режимом лампы называют величины напряжений на ее электродах, позволяющие лучше использовать ее в схеме.

Отдаваемая мощность различных ламп колеблется от долей ватта до сотен и даже тысяч ватт. Поэтому при конструировании усилителя очень важно обоснованно выбрать тип лампы для оконечного каскада, называемого также усилителем мощности.

В паспорте лампы указано, какой величины электрический сигнал нужно подвести к ее управляющей сетке, чтобы получить в нагрузке необходимую мощность. Обычно величина подводимого сигнала составляет несколько вольт для ламп, с которыми приходится иметь дело радиолюбителю.

Первичный же источник электрических сигналов низкой частоты (звукосниматель, микрофон и т. п.), как правило, дает значительно меньшее напряжение (десятые, сотые или даже тысячные доли вольта). Поэтому, чтобы оконечная лампа работала нормально (отдавала необходимую мощность), между ней и источником сигнала включают еще один или несколько каскадов, содержащих усилительные лампы, цель которых — увеличить (усилить) слабые сигналы первичного источника.

Эти промежуточные каскады в отличие от усилителей мощности называются усилителями напряжения. Для применения в усилителях напряжения также существует ряд специальных ламп. Для этих ламп величина выходной мощности несущественна и составляет обычно доли ватта, а главным параметром служит коэффициент усиления, обозначаемый буквой μ.

Коэффициент усиления лампы показывает, во сколько раз может быть усилено переменное напряжение, подведенное к ней. Величина коэффициента усиления каскада всегда меньше, чем указываемая в паспорте величина μ лампы, и зависит от параметров схемы.

Таким образом, при конструировании любого усилителя радиолюбитель должен принять вполне определенные схемные и конструктивные решения, которые определяются с одной стороны техническими требованиями, предъявляемыми к усилителю, т. е. величиной неискаженной выходной мощности, коэффициентом полезного действия и чувствительностью (под чувствительностью усилителя подразумевают ту величину переменного напряжения сигнала низкой частоты, которую нужно подвести к его входу, чтобы получить на выходе заданную неискаженную мощность), а с другой стороны — ассортиментом ламп и деталей, которыми радиолюбитель располагает или которые он может приобрести.

ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

Для того чтобы творческая деятельность радиолюбителя была успешной, необходимо, в первую очередь, оборудовать рабочее место и оснастить его необходимыми инструментами и материалами.

Из инструментов прежде всего будут нужны ручная дрель, напильники, тиски, пинцет, несколько разных отверток, боковые кусачки (бокорезы) и подставка для паяльника. Из материалов необходимы монтажный провод сечением 0,2; 0,35 и 0,5 *мм*², изоляционная хлорвиниловая трубка разных диаметров и крепежные детали.

Для пайки деталей необходимо кроме электропаяльника на 50—80 *вт* иметь припой и флюс. В качестве припоя чаще всего применяют припои ПОС-40 или ПОС-60, а в качестве флюса канифоль.

Следует приобрести измерительный прибор (тестер) для измерения сопротивлений, постоянного тока и напряжений постоянного и переменного токов (ТТ-1, ТТ-2, ТТ-3, Ц-20, АВО-5).

Полезно также иметь справочники по радиолампам и полупроводниковым приборам.

ВЫБОР СХЕМЫ И КОНСТРУКЦИИ

Важнейший момент в конструировании усилителя представляет собой грамотный выбор его схемы и конструкции. Такой выбор может быть сделан, когда известно, для какой цели создается усилитель и какие качественные показатели от него ожидаются. Так, например, усилитель может предназначаться для воспроизведения грамзаписи в небольшой комнате, для усиления речей ораторов в большом зале, для озвучивания колхозного клуба, радиофикации школы или для увеличения выходной мощности радиоприемника.

Во всех этих случаях усилители должны будут иметь различную выходную мощность, например: усилитель для комнаты площадью до 16 *м²* должен быть мощностью от 1,5 до 2,0 *вт*, для комнаты до 30 *м²* от 2,0 до 4,0 *вт*, для большого помещения (50—200 *м²*) от 5 до 25 *вт*.

Не менее важный параметр, определяющий схему усилителя, представляет собой ширина полосы пропускания, т. е. тот диапазон частот, который усилитель должен пропускать (усиливать) без заметного ослабления.

Номинальная чувствительность усилителя должна быть на 15—25% выше средней величины напряжения, развивающегося на выходе источника сигналов. Для пьезоэлектрического звукоснимателя эта величина обычно составляет 0,1—0,25 *в*, для электромагнитного — 0,05—0,15 *в*; динамический микрофон со встроенным микрофонным трансформатором развивает напряжение порядка 5,0—20,0 *мв*, напряжение в трансляционной линии бывает 15 *в* (в городе) или 30 *в* (в сельской местности), напряжение низкой частоты на нагрузке детектора радиоприемника обычно составляет 0,15—0,5 *в*.

Ширина полосы пропускания усилителя определяется его назначением, а также качественными показателями источника низкочастотных сигналов и примененных громкоговорителей. Например, для радиоприемника с диапазонами средних и длинных волн нет смысла делать усилитель с широкой полосой пропускания, так как ширина полосы пропускания радиотракта приемника на этих диапазонах составляет примерно 5 *кгц*. Усилитель к такому приемнику также нужно делать с полосой пропускания до 5 *кгц*.

Если же приемник имеет УКВ диапазон для приема станций с частотной модуляцией, то в этом случае нужно делать усилитель с полосой пропускания до 12 *кгц* потому, что ЧМ-вещание на УКВ диапазоне рассчитано на полосу пропускания 10—12 *кгц*. Такую же ширину полосы имеет и городская трансляционная сеть.

Усилитель, предназначенный для усиления речей ораторов (через микрофон), целесообразно делать с полосой пропускания от 300 *гц* до 5 *кгц*, искусственно «срезав» частоты ниже 300 и выше 5 000 *гц*.

Часто усилители предназначаются одновременно для нескольких целей. Так, в приемниках второго и первого классов есть и длинноволновый, и УКВ диапазоны и, кроме того, предусмотрена возможность воспроизведения грамзаписи. В этих случаях в усилитель низкой частоты вводят один или два регулятора тембра, позволяющие в определенных пределах изменять полосу пропускания усилителя.

Для любого громкоговорителя также существует определенная полоса воспроизводимых им частот, поэтому выбирать громкогово-

ритель нужно такой, чтобы полоса воспроизводимых им частот была не уже полосы частот, воспроизводимой источником сигнала.

Например, при конструировании усилителя для приемника с УКВ диапазоном нужно применять громкоговоритель с шириной полосы воспроизводимых частот от 60—70 *гц* до 10—12 *кгц* (громкоговоритель типа 4ГД-1). Если же использовать для этого усилителя громкоговоритель с полосой воспроизводимых частот от 100 до 6 000 *гц* (например, от радиолы «Урал» или приемника «Балтика»), то все качественные преимущества передач на УКВ с частотной модуляцией реализовать не удастся, хотя бы усилитель и имел ширину полосы пропускания 12—15 *кгц*.

Таким образом, зная, для какой цели предназначается усилитель, можно грамотно выбрать его основные параметры и тип громкоговорителя. Зная же основные параметры усилителя, можно по справочнику подобрать наиболее подходящие для него лампы, определить их режимы и подсчитать величины сопротивлений, определяющих эти режимы.

С методикой расчета усилителей можно подробно познакомиться по соответствующим пособиям (например, «Усилители низкой частоты» Г. С. Цикина).

Одновременно с выбором типов ламп и громкоговорителя необходимо решить и конструктивное оформление усилителя, которое будет зависеть от его назначения. Например, два усилителя к электропроигрывателю с одинаковой выходной мощностью, чувствительностью и полосой пропускания будут совершенно различны по конструкции, если один из них будет выполнен в виде самостоятельного стационарного устройства, а другой войдет как составная часть в переносный электропроигрыватель.

Если усилитель проектируется переносным, то нужно принять все меры к уменьшению его веса, а его узлы и детали расположить так, чтобы центр тяжести усилителя совпадал по вертикальной оси с ручкой для его переноски.

Если усилитель должен войти как составная часть в радиоприемник или «радиокомбайн», то следует принять меры, исключающие акустическую обратную связь громкоговорителя с блоком переменных конденсаторов приемника, а также магнитные наводки от трансформатора питания на первую лампу усилителя и ее сеточные цепи.

Важно также учесть возможность нагрева некоторых деталей лампой оконечного каскада, выделяющей, как правило, значительное количество тепла.

Большое значение имеет правильное расположение регуляторов громкости и тембра, а также выключателя питания и переключателя напряжения сети. При их размещении на шасси нужно стремиться к тому, чтобы регуляторы громкости и тембра располагались возможно ближе к лампам, в цепи которых они включены, и чтобы цепи этих регуляторов были предельно удалены от трансформатора питания.

Если усилитель предназначен для работы от микрофона и имеет больше трех каскадов, то лампу первого (входного) каскада нужно монтировать на «мягкой» подвеске с помощью резиновых прокладок или на фасонной пружинящей шайбе из бронзы или стали, чтобы механические вибрации шасси демпфировались (гасились) этой шайбой и не передавались первой лампе. В противном случае при боль-

шой громкости может возникнуть акустическая обратная связь, которая повлечет за собой самовозбуждение усилителя, а при малой громкости звуки будут сопровождаться характерным звоном, называемым микрофонным эффектом.

Трансформатор питания и выходной трансформатор следует располагать так, чтобы взаимодействие их магнитных полей было минимальным. Для этого их нужно разнести как можно дальше друг от друга и установить взаимно перпендикулярно.

При конструировании усилителя целесообразно лампы и детали располагать в соответствии с принципиальной схемой последовательно в ряд, начиная от входных цепей и далее от первого каскада до последнего, заканчивая выходным трансформатором. При таком расположении наименее вероятны нежелательные паразитные связи между отдельными каскадами. Такая система конструкции называется «линейкой» и очень часто применяется в различной радиоаппаратуре.

Электролитические конденсаторы, чтобы они не нагревались, лучше располагать дальше от лампы выходного каскада и от кенотрона (если выпрямитель собран на лампе).

Если выходной каскад собран на мощной лампе (или на двух лампах), то очень полезно вокруг панельки этой лампы просверлить в шасси 10—15 отверстий диаметром 4—6 *мм* для лучшего охлаждения лампы.

Не нужно также стремиться к излишне плотному многоярусному монтажу: детали должны быть размещены по объему шасси равномерно, с тем чтобы при регулировке и ремонте усилителя каждая его деталь и ламповая панелька были легко доступными.

ОБЩИЕ ПРАВИЛА МОНТАЖА

Большое значение для хорошей работы усилителя имеет качество его монтажа. Правильно смонтированный усилитель обычно сразу после включения начинает работать. Бессистемный, неграмотный монтаж часто приводит к тому, что собранный усилитель самовозбуждается (генерирует), имеет большой уровень фона, не отдает расчетной мощности, имеет недопустимые искажения и т. п.

Среди начинающих радиолюбителей можно услышать жалобы на то, что собранные ими усилители по опубликованным схемам либо не работают, либо работают плохо. В ряде случаев причиной этого бывает небрежный, неграмотно выполненный монтаж.

Перед началом монтажа все детали, входящие в схему усилителя, нужно проверить тестером. Конденсаторы проверяют на отсутствие короткого замыкания и утечки. Лучше всего их проверять по шкале тестера с множителем «×1 000», не прикасаясь при этом руками к выводам проверяемого конденсатора или наконечникам щупов прибора. Постоянные сопротивления проверяют на их фактическую величину. Переменные сопротивления проверяют на плавность регулировки при вращении оси и отсутствие плохого контакта в отдельных положениях.

Никогда не надо жалеть времени на такую предварительную проверку, так как позже на выявление недоброкачественной детали в монтаже придется затратить значительно больше времени.

Не следует полностью монтировать весь усилитель от первой до последней детали и лишь после этого начинать проверку монтажа.

Прежде всего нужно смонтировать блок питания (трансформатор питания, выключатель и переключатель напряжения сети, выпрямительный элемент, фильтр анодного напряжения) и цепи накала ламп. По окончании монтажа этих цепей нужно включить блок питания в сеть и убедиться с помощью тестера в том, что ко всем ламповым панелькам подведено напряжение накала, а на выходе фильтра выпрямителя имеется необходимое выпрямленное напряжение. Затем монтируют регуляторы громкости и тембра, выходной трансформатор, переключатель рода работы, а также те участки схемы, детали которых расположены на специальных монтажных планках, и соединительные проводники между этими планками и ламповыми панельками. В последнюю очередь монтируют отдельные сопротивления и конденсаторы, располагающиеся непосредственно на ламповых панельках или соединяющие одну панельку с другой.

Особое внимание нужно уделить монтажу экранированных проводников. При этом нельзя использовать металлическую оплетку в качестве нулевого, «земляного» провода. Соединять заземляющиеся провода этих цепей нужно обязательно самостоятельным проводом, помещая его вместе с токонесущим проводом в оплетку. Заземлять этот нулевой провод нужно только в одной точке, именно в той, в которой заземляются концы сопротивлений автоматического смещения и утечки сетки соответствующего каскада.

Металлическая оплетка экранированных проводов в цепях регуляторов громкости и тембра не должна касаться шасси по всей длине провода или даже в нескольких точках. Весь экранированный провод нужно изолировать, поместив его в хлорвиниловую трубку, а металлическую оплетку соединять с шасси только в одной точке, около переменного сопротивления регулятора громкости или тембра. В этой же точке заземляют защитный колпачок переменного сопротивления.

Один из проводов цепи накала или среднюю точку накальной обмотки трансформатора питания обязательно нужно заземлить. При этом нельзя использовать шасси в качестве одного из проводов накала. К каждой лампе накал нужно подводить двумя скрученными вместе проводниками.

В усилителях, содержащих три и более каскадов, накал лампы первого каскада нужно питать от отдельной, дополнительной обмотки, которую не следует заземлять, а лучше подвести к ней небольшое положительное напряжение порядка $+5 \div +25$ *в* от делителя напряжения, составленного из двух сопротивлений. В схемах, где оконечная лампа работает с автоматическим смещением, можно вместо делителя напряжения использовать падение напряжения на сопротивлении в катоде выходной лампы, присоединив к нему один из проводов накала первой лампы. Такое соединение во много раз уменьшает фон, создаваемый лампой первого каскада, так как участок накал — катод лампы, который можно рассматривать как диод, при этом оказывается запертым, т. е. не проводящим тока, что исключает проникание напряжения от накальной обмотки в цепь катода лампы.

Один из проводов, идущих от выходного трансформатора к громкоговорителю, обязательно должен быть заземлен, иначе эта

цепь будет создавать сильные наводки на монтаж и может оказаться причиной генерации усилителя. Если со вторичной обмотки выходного трансформатора снимается напряжение обратной связи, то небезразлично, какой из проводов заземлять. Обычно в этих случаях в описании указывают заземляемый провод.

Параллельно первичной обмотке выходного трансформатора для избежания ее пробоя всегда нужно включать конденсатор емкостью от 2 000 до 10 000 *пф* на рабочее напряжение не ниже 500 *в*.

Для ламп оконечного каскада желательно применять керамические ламповые панельки, так как пластмассовые нередко пробиваются.

Если усилитель собран на стеклянных лампах, то на лампу первого каскада необходимо надеть металлический экран и заземлить его.

Для предупреждения самовозбуждения усилителя нужно следить за тем, чтобы анодные цепи ламп были предельно удалены от цепей управляющих сеток. В двухкаскадных усилителях, которые чаще других делают начинающие радиолюбители, наиболее опасна паразитная связь цепи сетки первого каскада с анодной цепью оконечного каскада и выходного трансформатора.

По этой причине можно рекомендовать при монтаже оконечного каскада провод, идущий от выходного трансформатора к анодному лепестку ламповой панельки выходной лампы, поместить в экранирующую оплетку, которую необходимо заземлить (место заземления в этом случае несущественно).

ПРОВЕРКА МОНТАЖА И ВКЛЮЧЕНИЕ УСИЛИТЕЛЯ

Строго говоря, проверка монтажа должна состоять в подетальной его сверке со схемой усилителя, однако практически в этом нет необходимости. Если усилитель смонтирован внимательно и аккуратно, то ошибки в монтаже встречаются редко. Гораздо чаще бывают пропуски монтажа отдельных деталей и цепей. Чтобы выяснить, нет ли таких пропусков, достаточно подсчитать по принципиальной схеме количество сопротивлений и конденсаторов, а затем проверить количество их в монтаже.

Правильность включения обмоток трансформатора питания и выходного трансформатора проверяют тестером по шкале с множителем «×1». Обычно сопротивление первичной обмотки выходного трансформатора бывает порядка сотен ом, а трансформатора питания — порядка десятков ом.

Сопротивление вторичных обмоток выходного трансформатора и накальных обмоток трансформатора питания, составляет доли ома, поэтому при измерении их тестер будет показывать короткое замыкание, что на самом деле не может служить признаком неисправности трансформатора.

Нужно обязательно убедиться в отсутствии короткого замыкания плюсовой цепи выпрямителя. Для этого один щуп тестера соединяют с шасси, а другим поочередно проверяют отсутствие замыканий на плюсовых выводах электролитических конденсаторов в анодных цепях схемы. При этом надо учитывать, что вследствие большой емкости этих конденсаторов стрелка прибора в первый мо-

мент отклонится до конца шкалы, т. е. покажет короткое замыкание, а затем постепенно начнет возвращаться обратно. Показание прибора будет правильным лишь тогда, когда его стрелка остановится окончательно. Нормальным следует считать сопротивление более 30 *ком.* При этих измерениях нужно пользоваться шкалой с множителем «×1 000».

Если в какой-либо из точек плюсовой цепи будет обнаружено короткое замыкание, нужно прежде всего отпаять все провода и детали от электролитических конденсаторов и проверить сопротивление каждого из них в отдельности.

При обнаружении неисправного конденсатора его заменяют новым. Если все конденсаторы исправны, то, не припаивая к ним провода, проверяют поочередно все участки монтажа плюсовой цепи. При этих измерениях нужно пользоваться шкалой прибора с множителем «×1».

После проверки плюсовой цепи усилителя на отсутствие коротких замыканий его можно включить в сеть и проверить работу выпрямителя. Для этого переключатель тестера устанавливают в положение «Постоянное напряжение», на шкалу 300 или 1 000 *в*, минусовой щуп прибора присоединяют к шасси усилителя, а плюсовой щуп — к плюсовому выводу первого (входного) электролитического конденсатора фильтра выпрямителя. Затем, наблюдая за прибором, включают усилитель.

Если выпрямитель собран на полупроводниковых диодах, то прибор должен сразу показать полное выпрямленное напряжение порядка 250—300 *в*. Убедившись, что выпрямитель дает указанное напряжение, нужно посмотреть, у всех ли ламп нагревается нить накала, что видно на глаз. Если нити всех ламп накаливаются, то можно приступать к регулировке и налаживанию усилителя.

Если же какая-либо лампа не накаливается, или выпрямитель не дает выпрямленного напряжения, или если это напряжение намного ниже нормального, то необходимо немедленно выключить усилитель, найти и устранить ошибку в монтаже или выявить и заменить неисправную деталь.

РЕГУЛИРОВКА И НАЛАЖИВАНИЕ

Перед наладкой усилителя нужно регуляторы громкости и тембра установить в среднее положение, а затем включить усилитель.

Через 1—1,5 *мин,* когда лампы усилителя прогреются, в громкоговорителе будет слышно очень слабое, едва заметное гудение, или, как его называют, «фон». Затем нужно взять одной рукой сопротивление порядка 10—100 *ком* (за один вывод) и вторым его выводом дотронуться до лепестка панельки управляющей сетки первой лампы. При этом в громкоговорителе будет слышен довольно громкий фон низкого тона. Это будет служить признаком того, что усилитель работает.

Может случиться и так, что после прогрева ламп появится самовозбуждение усилителя, т. е. он начнет работать как генератор на одной из звуковых частот, либо окажется, что при касании вывода сетки первой лампы никакого звука в громкоговорителе слышно не будет. В любом из этих случаев дальнейшую проверку усилителя нужно начинать с проверки режимов ламп.

Для этого тестер устанавливают на измерение постоянного напряжения, минусовый его щуп соединяют с шасси, а другим щупом поочередно проверяют величины напряжений на электродах ламп и в тех точках монтажа, для которых оно указано на принципиальной схеме.

В усилителях низкой частоты (особенно любительских) чаще всего применяют автоматическое смещение, при котором отрицательное напряжение на управляющую сетку лампы получается за счет падения напряжения на сопротивлении, включенном в цепь катода лампы. Таким образом, напряжение смещения на управляющей сетке лампы равно падению напряжения на этом сопротивлении. Поэтому, чтобы узнать напряжение смещения, достаточно измерить напряжение между катодом лампы и шасси.

При измерении режимов нужно сравнивать полученные результаты с указанными на принципиальной схеме. Обычно в исправном усилителе режимы могут отличаться от рекомендованных на ±10—15%. Однако это справедливо лишь в том случае, если напряжение на выходе фильтра выпрямителя соответствует указанному на принципиальной схеме.

Если режим лампы резко отличается от указанного на схеме, то это свидетельствует о какой-то неисправности. Обычно характер изменения режима сам указывает на место повреждения. Так, если усилительный каскад собран на триоде с автоматическим смещением и при измерении оказалось, что напряжение на аноде лампы много ниже рекомендованного, а на сопротивлении автоматического смещения равно нулю, то наиболее вероятно, что конденсатор, шунтирующий это сопротивление, пробит. В результате этого напряжение смещения будет равно нулю, анодный ток будет большой и напряжение на аноде лампы уменьшится.

Если же напряжение на аноде лампы равно напряжению выпрямителя (нет падения напряжения на сопротивлении анодной нагрузки), то это значит, что через лампу не протекает ток. Это возможно, например, в том случае, если отпаялось или оборвано сопротивление в цепи катода лампы или лампа потеряла эмиссию.

Большинство деталей усилителя при работе нагревается в различной степени, поэтому полезно знать, какой нагрев можно считать нормальным и какой свидетельствует о неисправности. Нормальный нагрев сопротивлений при комнатной температуре составляет приблизительно 35—45° С для типов ВС и УЛМ, 60—80° для типа МЛТ и 80—120° С для проволочных остеклованных сопротивлений мощностью 5—10 *вт*.

Трансформатор питания при длительной работе может нагреваться до 60—70° С, выходной трансформатор — до 45—60° С. Нагрев электролитических конденсаторов, даже незначительный, всегда свидетельствует об их неисправности. Такой конденсатор нужно сразу заменить, так как при дальнейшей эксплуатации он может взорваться.

Если в течение 10—15 *мин* работы усилителя установился нормальный тепловой режим и перегрев каких-либо деталей не наблюдается, а режимы ламп близки к указанным на схеме, тогда можно считать налаживание усилителя законченным и приступить к его регулировке, которая сводится к замеру его параметров и доведению их до требуемых.

Для того чтобы измерить основные параметры усилителя, необходимы электронный осциллограф, звуковой генератор, электронный милливольтметр и другие приборы.

Однако у начинающего радиолюбителя таких приборов, как правило, нет, поэтому здесь приведены несколько рекомендаций, позволяющих приблизительно оценить некоторые параметры усилителя при помощи одного тестера.

Неискаженную выходную мощность усилителя можно определить двумя способами. Лучше всего воспользоваться обоими, а затем сравнить полученные результаты.

Для определения выходной мощности по первому способу собирают несложную схему (рис. 1, *а*), позволяющую получить плавно изменяющееся переменное напряжение в пределах от нуля до 0,4 *в*. Переменное сопротивление для этой схемы обязательно дожно быть линейным, т. е. его сопротивление должно изменяться линейно от угла поворота (на его корпусе рядом с обозначением величины сопротивления должна стоять буква *А*).

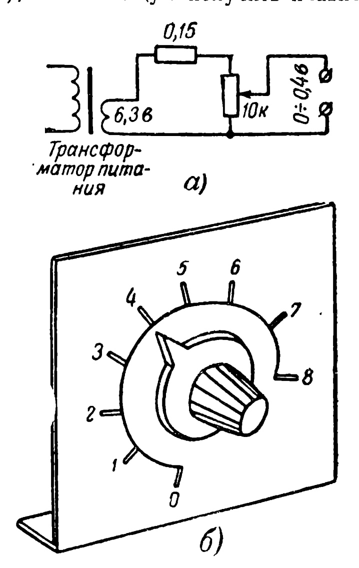


Рис. 1. Схема устройства для определения параметров усилителя (*а*) и внешний вид потенциометра со шкалой (*б*).

Переменное сопротивление закрепляют на небольшой панельке из металла, гетинакса, картона и т. п. На его ось надевают ручку с указателем, который нужен для того, чтобы ось сопротивления можно было поворачивать на строго определенный угол. На панельке со стороны ручки нужно нанести шкалу или отдельные риски, как это показано на рис. 1, *б*.

Повернув ручку до отказа влево, делают на шкале нулевую отметку против указателя. Затем поворачивают ручку до отказа вправо и делают вторую крайнюю отметку. После этого расстояние между крайними точками вдоль дуги шкалы делят на произвольное число равных участков (удобно разделить на восемь участков) и подключают собранную схему ко входу усилителя.

Если теперь вращать ось потенциометра из крайнего левого (нулевого) положения вправо, то на вход усилителя будет подаваться переменное напряжение от накальной обмотки трансформатора питания. При этом оно будет возрастать на одну и ту же величину при вращении ручки потенциометра от деления к делению.

Подключив ко вторичной обмотке выходного трансформатора тестер, установленный на измерение переменного напряжения по шкале 3 или 10 *в*, можно заметить, что при каждом новом положе-

нии ручки потенциометра (у очередного деления) вольтметр будет отмечать новое показание.

Вначале на нескольких первых делениях потенциометра выходное напряжение будет возрастать на одну и ту же величину при каждом следующем положении потенциометра, а затем, начиная с некоторого деления, увеличение выходного напряжения замедлится или даже прекратится.

Для определения неискаженной выходной мощности нужно построить график, называемый амплитудной характеристикой усилителя. Для этого на клетчатой бумаге проводят две взаимно перпендикулярные линии, как показано на рис. 2. Вдоль горизонтальной оси откладывают столько равных отрезков, сколько их сделано на шкале потенциометра, а вдоль вертикальной оси откладывают равные отрезки, обозначающие выходное напряжение усилителя в вольтах через каждые 0,5 *в*.

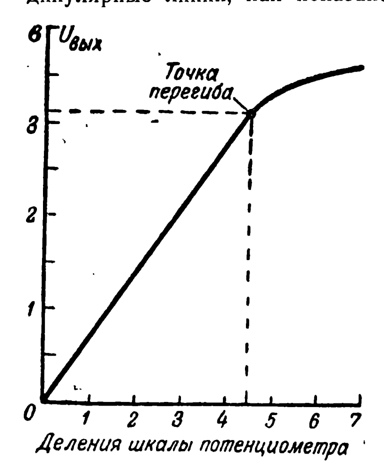


Рис. 2. Амплитудная характеристика усилителя.

Если устанавливать ручку потенциометра поочередно во все положения, помеченные на шкале рисками, начиная от нулевого, и при каждом из них отмечать на графике соответствующее выходное напряжение, то потом, соединив все полученные точки линией, получим амплитудную характеристику усилителя.

На графике будет видно, что вначале эта характеристика представляет собой прямую линию, идущую от нуля (начала координат) под некоторым углом, а затем она искривляется, постепенно переходя в горизонтальную. По графику нужно определить, при каком выходном напряжении $U_{вых.\ неиск}$ начинается перегиб характеристики, и, подставив эту величину в формулу

$$P_{неиск} = \frac{U^2_{вых.\ неиск}}{R_н},$$

найти приближенную величину неискаженной выходной мощности

В этой формуле $R_н$ есть величина сопротивления звуковой катушки громкоговорителя на частоте 50 *гц*, однако ее без заметной погрешности можно заменить сопротивлением катушки постоянному току, которое легко измерить тестером.

Для определения выходной мощности по второму способу нужно постепенно вращать описанный выше измерительный потенциометр, начиная от нуля, и внимательно слушать звук, воспроизводимый громкоговорителем. Вначале при вращении потенциометра будет наблюдаться лишь увеличение громкости звука, а его тон меняться не будет. При дальнейшем вращении потенциометра к ос-

новному звуку добавится новый, более высокий звук (призвук), напоминающий легкое дребезжание, на октаву выше основного тона. Момент появления призвука можно считать моментом появления искажений, а напряжение на громкоговорителе, соответствующее этому моменту — неискаженным выходным напряжением. Определив по вольтметру эту величину, подставляют ее в приведенную формулу и находят величину неискаженной выходной мощности.

Обычно оба значения неискаженной выходной мощности, полученные двумя описанными способами, мало отличаются друг от друга. Фактическую неискаженную выходную мощность можно определить как среднее арифметическое двух найденных значений. Хотя оба эти способа не позволяют точно определить величину неискаженной выходной мощности усилителя, погрешность такого метода не превышает 20%, что вполне достаточно для практических нужд радиолюбителя.

Уровень фона и собственных шумов усилителя можно определить так же, пользуясь одним тестером, если он позволяет измерять переменный ток. Для этого предварительно определяют максимальное неискаженное выходное напряжение, как это было описано выше, а затем входные гнезда усилителя замыкают накоротко, регуляторы громкости и тембра устанавливают в положение максимального усиления, а в разрыв цепи громкоговорителя (последовательно с ним) включают тестер, установленный на измерение переменного тока (не напряжения). В нормально работающем усилителе прибор должен показать ток фона $I_ф$ в пределах от 3 до 30 *ма*.

Полученное значение подставляют в формулу, по которой определяют коэффициент фона $K_ф$:

$$K_ф = \frac{U_{вых.\ неиск}}{I_ф R_н}.$$

В этой формуле неискаженное выходное напряжение нужно брать в вольтах, ток фона — в амперах и сопротивление нагрузки — в омах.

Коэффициент фона от 100 до 500 считается удовлетворительным, от 500 до 1 000 — хорошим, более 1 000 — отличным. Если коэффициент фона меньше 100, то, значит, уровень фона слишком высок. Для его уменьшения часто бывает достаточно заменить лампу первого каскада усилителя. Если у радиолюбителя есть возможность, то желательно для первого каскада подобрать лампу, обладающую наименьшим уровнем фона.

Чувствительность усилителя также можно определить, пользуясь одним лишь тестером, однако в этом случае погрешность может быть довольно большой из-за того, что измерение приходится проводить на частоте 50 *гц* (обычно чувствительность измеряют на частоте 1 000 *гц*). Для определения чувствительности устанавливают измерительный потенциометр в такое положение, при котором на выходе усилителя будет максимальное неискаженное выходное напряжение, и отмечают, на каком делении (или между какими делениями) находится указатель потенциометра. Затем нужно определить цену деления шкалы потенциометра. Если вся шкала разделена на 8 равных частей и применены указанные на схеме величины

переменного и постоянного сопротивлений, то каждое деление шкалы потенциометра будет составлять 50 *мв*.

Умножив число делений шкалы измерительного потенциометра на цену деления, получают чувствительность усилителя.

При незначительных отклонениях замеренных параметров усилителя от рекомендованных регулировку его можно считать законченной.

Если же какой-либо из параметров усилителя резко отличается от ожидаемого, то нужно найти и устранить причину такого расхождения. Например, при значительно уменьшенной выходной мощности усилителя нужно измерить анодный ток и ток экранирующей сетки выходной лампы и, если они меньше указанных в справочнике, то причиной недостаточной мощности может быть пониженная эмиссия лампы. В этом случае достаточно заменить неисправную лампу на новую.

Пониженная выходная мощность может быть вызвана рассогласованием громкоговорителя и лампы. Чтобы иметь возможность оптимально согласовать громкоговоритель с лампой, вторичную обмотку выходного трансформатора лучше всего сделать с отводами через каждые 15—20% общего числа витков и при регулировке усилителя подобрать такой отвод, при котором отдаваемая мощность будет максимальной.

Пониженная чувствительность усилителя может быть из-за неисправностей в каскадах усиления напряжения. Если в схеме имеются цепи отрицательной обратной связи, то понижение чувствительности может быть вызвано слишком глубокой обратной связью. В этом случае нужно прежде всего отключить цепь обратной связи и убедиться, что без нее чувствительность усилителя резко возрастет и станет выше нормальной, а затем подобрать такую глубину обратной связи, при которой чувствительность усилителя будет в пределах нормы.

Повышенный уровень фона почти всегда бывает вследствие небрежного монтажа или неисправности лампы первого каскада.

ГЛАВА ВТОРАЯ

КОНСТРУКЦИИ УСИЛИТЕЛЕЙ НА РАДИОЛАМПАХ

ПОЛУТОРАВАТТНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ ПРОИГРЫВАТЕЛЯ НА ОДНОЙ ЛАМПЕ

Этот усилитель один из самых простых, и его сможет изготовить каждый начинающий любитель. Такой усилитель можно вмонтировать в любой фабричный проигрыватель, что позволит прослушивать грампластинки непосредственно, а не через радиоприемник, как обычно. Вместе с тем изготовление этого усилителя даст начинающему любителю некоторые навыки и первый опыт в его самостоятельной деятельности.

Усилитель собран на одной лампе 6Ф3П, в баллоне которой заключены две отдельные лампы — триод, или трехэлектродная лампа, и пентод — пятиэлектродная лампа. Пентодная часть лампы

предназначена для усиления мощности, а триодная часть — для усиления напряжения.

Принципиальная схема усилителя приведена на рис. 3. Сигнал от звукоснимателя подводится к переменному сопротивлению, регулирующему громкость (R_1), а с его движка через конденсатор C_1 — на управляющую сетку триодной части лампы. Усиленный

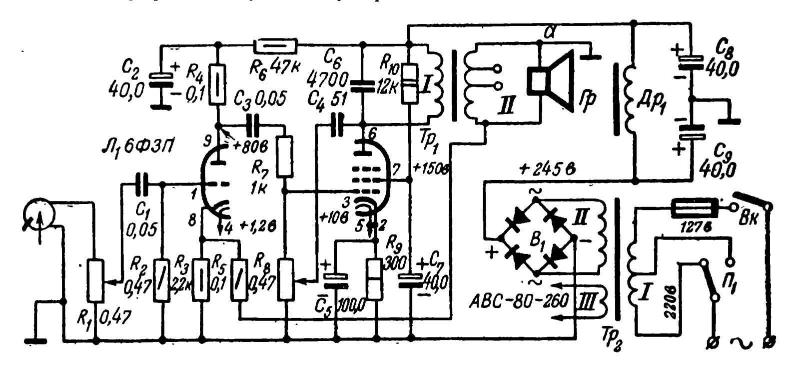


Рис. 3. Принципиальная схема усилителя.

триодом сигнал через переходной конденсатор C_3 и антипаразитное сопротивление R_7 поступает на управляющую сетку пентодной части лампы.

В анодную цепь пентода включен выходной трансформатор $Тр_1$. Ко вторичной обмотке его подключен громкоговоритель *Гр*. Конденсатор C_4 и переменное сопротивление R_8, включенные между анодом и управляющей сеткой пентода, представляют собой цепь отрицательной обратной связи, с помощью которой регулируют тембр звука.

Для питания анодных цепей ламп в усилителе имеется выпрямитель, состоящий из трансформатора питания $Тр_2$, вентилей $В_1$, дросселя фильтра $Др_1$ и конденсаторов фильтра C_8 и C_9.

На рис. 4 приведена монтажная схема усилителя. В отличие от принципиальной на монтажной схеме все детали и соединительные

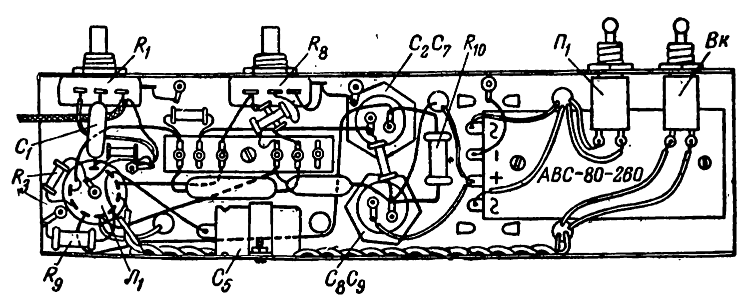


Рис. 4. Монтажная схема усилителя.

провода изображены не условно, а так, как они расположены на шасси. Монтажная схема очень наглядна и намного облегчает сборку усилителя. Кроме того, пользование монтажной схемой предотвращает неправильное взаиморасположение деталей, могущее повлечь за собой нежелательные обратные связи и самовозбуждение усилителя.

Изготовление усилителя нужно начинать с подбора всех деталей, указанных на принципиальной схеме. Если у любителя не окажется некоторых сопротивлений и конденсаторов указанных на схеме номиналов, тогда можно применить вместо них другие, отличающиеся по номиналам, но не более чем на ±15%.

При отсутствии сдвоенных электролитических конденсаторов емкостью 40+40 *мкф* на рабочее напряжение 300 *в* их можно за-

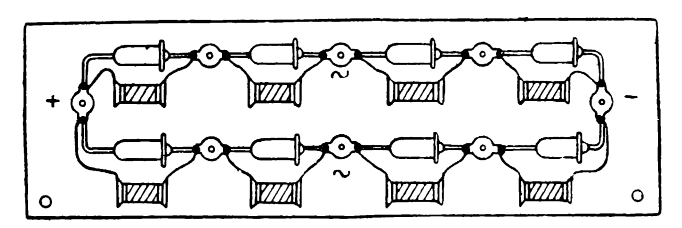


Рис. 5. Планка с силовыми диодами.

менить одинарными по 20 или 30 *мкф*, однако при этом придется соответственно изменить конструкцию шасси.

В качестве выпрямительного элемента не обязательно применять селеновый мост АВС-80-260. Вместо него можно использовать восемь диодов типов Д7, ДГ-Ц24 или ДГ-Ц27, расположив их на специальной изоляционной планке, показанной на рис. 5. В этом случае в схему выпрямителя добавится еще восемь постоянных сопротивлений по 75—100 *ком* мощностью 0,25—0,5 *вт* (все обязательно одинаковой величины).

Выходной трансформатор собирают на железе Ш-19 (толщина набора 28 *мм*). Его первичная обмотка содержит 2 400 витков, провода ПЭЛ 0,12 *мм*, а вторичная — 70 витков провода ПЭЛ 0,68 *мм* с отводами от 45 и 60 витков.

Трансформатор питания собирают на железе Ш-24 (толщина набора 30 *мм*). Его первичная обмотка состоит из 690+520 витков провода ПЭЛ 0,27 *мм* и ПЭЛ 0,23 *мм* соответственно. Вторичная (повышающая) обмотка содержит 1 350 витков провода ПЭЛ 0,15 *мм*. Понижающая обмотка (для накала лампы) содержит 39 витков провода ПЭЛ 0,8 *мм*.

Дроссель фильтра выпрямителя собирают на железе Ш-12 (толщина набора 19 *мм*). Его обмотка содержит 3 500 витков провода ПЭЛ 0,14 *мм*. Можно применить готовый дроссель от телевизоров «Рубин» или «Темп-6» (малый дроссель).

При монтаже этого усилителя следует обратить внимание на следующие особенности.

Один из выводов накальной обмотки (безразлично какой) для уменьшения фона переменного тока соединен с катодом пентодной части лампы (лепесток *2* ламповой панельки).

Со вторичной обмотки выходного трансформатора снимается напряжение отрицательной обратной связи. Поэтому небезразлично, какой конец обмотки заземлить и к какому концу припаять сопротивление R_5. Лучше всего смонтировать полностью весь усилитель, а сопротивление R_5 и заземляющий провод в точке A временно не припаивать.

После того как весь монтаж будет закончен, можно включить усилитель в сеть, убедившись предварительно в том, что переключатель напряжения сети (тумблер $П_1$ по схеме) установлен в нужное положение.

Если при этом трансформатор питания сразу сильно загудит или сгорит предохранитель, тогда нужно немедленно выключить усилитель, а затем найти и устранить ошибку в монтаже.

Если выпрямитель смонтирован правильно, то после включения усилителя нужно измерить напряжение на вторичных обмотках трансформатора питания и на конденсаторах фильтра выпрямителя.

При измерении напряжений на обмотках трансформатора необходимо соблюдать осторожность, так как напряжение повышающей (анодной) обмотки достигает 250—300 *в*, а при неправильной установке переключателя напряжения сети может оказаться порядка 500—600 *в* и вызвать тяжелое поражение током. Никогда не следует браться двумя руками за два провода или за провод и шасси или любую другую деталь, находящуюся под током. Нормальным следует считать напряжение порядка 220—240 *в* на повышающей (анодной) обмотке и 6,6—6,9 *в* на ненагруженной обмотке накала ламп. При этом постоянное напряжение на выходе фильтра выпрямителя, т. е. на плюсовом выводе электролитического конденсатора C_8 должно быть порядка 230—250 *в*.

Если все детали подобраны согласно схеме и исправны, а монтаж выполнен правильно, усилитель сразу же заработает и не потребует регулировки. Ручки регуляторов громкости и тембра нужно установить в среднее положение. После прогрева лампы в громкоговорителе должен послышаться слабый фон переменного тока, что будет служить признаком того, что усилитель работает.

После этого нужно выключить усилитель и подпаять к лепесткам на регуляторе громкости экранированный провод от звукоснимателя. Для этого нужно разместить проигрыватель и усилитель на столе так, чтобы во время работы усилителя можно было «на ходу» присоединить к вторичной обмотке выходного трансформатора два провода (от сопротивления R_5 и шасси), оставленные неприсоединенными.

Затем, включив усилитель и проигрыватель, нужно установить грампластинку и поставить на нее звукосниматель. Прослушивая запись, присоединяют заземляющий провод (точка a по схеме) к какому-либо одному выводу вторичной обмотки выходного трансформатора, а ко второму ее выводу присоединяют провод, идущий от сопротивления R_5. При этом громкость звука должна немного уменьшиться. Если же при подсоединении проводов появится самовозбуждение усилителя, то оба провода нужно поменять местами.

Когда цепь обратной связи будет правильно подключена, нужно выключить усилитель и проигрыватель, припаять провода обратной связи и «земли» и установить шасси усилителя на заранее вы-

бранное место на панели проигрывателя. Там же укрепляют и громкоговоритель.

Усилитель и громкоговоритель размещают в зависимости от того, с каким проигрывателем их предполагается использовать. Если проигрыватель представляет собой только панель с электродвигателем и звукоснимателем, то лучше всего сделать небольшой чемоданчик, в котором усилитель можно разместить под панелью проигрывателя, а громкоговоритель на откидной крышке.

В этом случае можно применить громкоговоритель 2ГД-3, так как он позволяет получить бо́льшую неискаженную выходную мощность и лучшее качество звучания, особенно на низких частотах (на «басах»), чем малогабаритные громкоговорители.

Если же проигрыватель смонтирован в собственном чемоданчике, размеры которого позволяют разместить в нем и усилитель и громкоговоритель, тогда шасси усилителя нужно расположить под панелью электродвигателя, а громкоговоритель выбрать в зависимости от размеров футляра проигрывателя. Можно взять любой

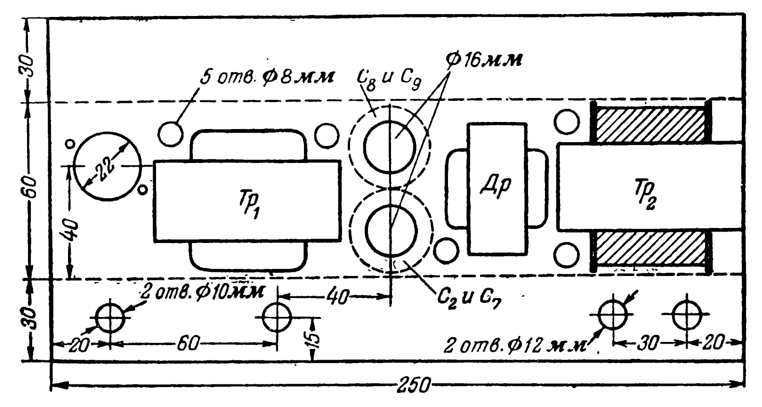


Рис. 6. Эскиз шасси усилителя.

громкоговоритель с сопротивлением звуковой катушки 4,5—6,5 *ом* (например, 1ГД-5, 1ГД-6, 1ГД-9 и др.).

Для получения наибольшей выходной мощности громкоговоритель нужно подключать к тому или иному отводу вторичной обмотки выходного трансформатора в зависимости от типа примененного громкоговорителя.

На рис. 6 приведен эскиз шасси усилителя и размещение деталей на нем для случая, когда от проигрывателя используется лишь панель с электродвигателем и звукоснимателем, которую вместе с усилителем и громкоговорителем размещают в ящике от обычного пружинного патефона. В этом случае можно даже не применять электропроигрывателя, а использовать имеющийся в патефоне пружинный механизм, а на место патефонной мембраны надеть электромагнитный звукосниматель.

Шасси усилителя располагают на месте удаленного раструба, а громкоговоритель — на крышке ящика, в нижней ее части (при

другом расположении громкоговорителя его выступающая магнитная система не позволит закрыть крышку).

Если при регулировке усилителя его чувствительность окажется недостаточной или избыточной, то, подбирая величину сопротивления R_5, усиление можно изменить. При уменьшении сопротивления R_5 чувствительность усилителя уменьшается, а при увеличении — увеличивается.

ТРЕХВАТТНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ ПРОИГРЫВАТЕЛЯ НА ДВУХ ЛАМПАХ

Предыдущий усилитель на одной лампе дает удовлетворительное качество звучания, но имеет один недостаток — малую выходную мощность.

Данный усилитель представляет собой незначительное видоизменение предыдущего и имеет вдвое большую выходную мощность, что достигнуто добавлением еше одной лампы 6Ф3П (рис. 7).

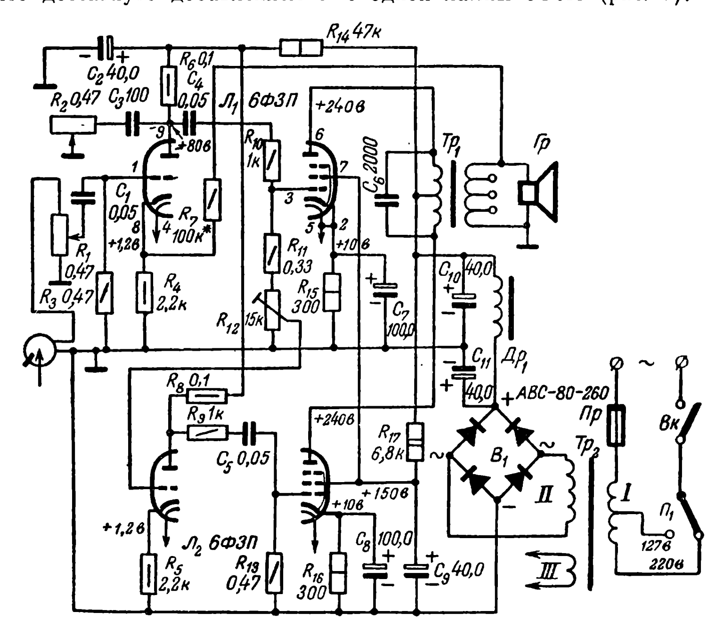


Рис. 7. Принципиальная схема усилителя.

Часть его схемы, собранная на первой лампе 6Ф3П, полностью повторяет схему предыдущего усилителя. С управляющей сетки пентодной части лампы $Л_1$ усиливаемый сигнал через делитель напряжения подается на сетку фазоинвертора, функцию которого выполняет триодная часть лампы $Л_2$. Перевернутый по фазе сигнал с анода этого триода подводится к управляющей сетке пентодной части лампы $Л_2$ двухтактного оконечного каскада.

Для того чтобы двухтактный каскад работал с минимальными искажениями, нужно подвести равные напряжения к управляющим сеткам его ламп.

В описываемой схеме это равенство напряжений получается при помощи балансировочного потенциометра R_{12}, с которого снимается сигнал на сетку лампы фазоинвертора. Вращением движка этого потенциометра добиваются необходимой идентичности напряжений на сетках ламп оконечного каскада.

Как и в одноламповом усилителе, для снижения уровня фона один из проводов накала соединен с катодом оконечной лампы, но так как в этом усилителе две оконечные лампы, нужно проследить, чтобы соединение провода накала с катодом не было сделано дважды. Если случайно провод накала будет соединен с катодами обеих выходных ламп, то это не только не уменьшит, но значительно увеличит уровень фона усилителя и, кроме того, нарушит режим работы оконечных ламп.

Сердечник выходного трансформатора имеет те же данные, что и в предыдущем усилителе, но только его пластины собирают вперекрышку. Его первичная обмотка состоит из 4 000 витков провода ПЭВ 0,11 *мм* с отводом от середины. Начало и конец этой обмотки соединяют с анодами оконечных ламп, а среднюю точку — с плюсовым лепестком электролитического конденсатора C_{10}. Вторичная обмотка этого трансформатора намотана проводом ПЭВ

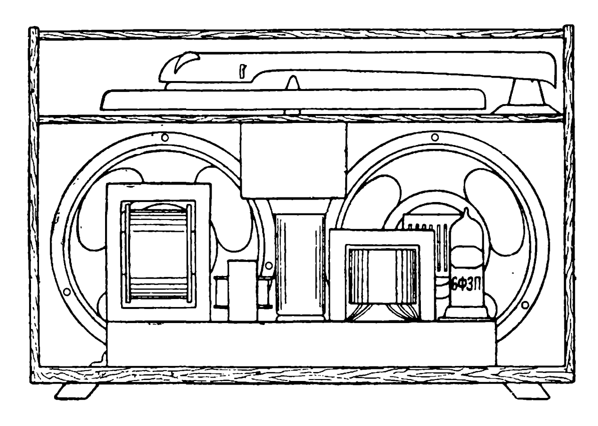


Рис. 8. Вариант компоновки усилителя.

0,51—0,68 *мм* и содержит 100 витков с отводами от 55, 70, 80 и 90 витков. Эти отводы сделаны для того, чтобы при регулировке усилителя можно было добиться наилучшего согласования между лампами оконечного каскада и громкоговорителем.

Так как выходная мощность этого усилителя около 4 *вт*, громкоговоритель также должен отдавать не меньшую мощность. Поэтому выполнять усилитель лучше не переносным, а настольным, оформив его по типу радиоприемника, как показано на рис. 8. При такой конструкции размеры шасси и расположение деталей на нем

остаются такими же, как и для одноламнового усилителя, только вместо одного отверстия для лампы нужно сделать два. Для того чтобы монтаж получился свободней, ширину шасси можно увеличить на 10 *мм*.

Футляр для усилителя можно собрать из отдельных фанерных щитов. Общие размеры футляра будут зависеть от типа примененного проигрывателя и громкоговорителей. Можно использовать и подходящий по размерам футляр от любого приемника или радиолы.

Во всех случаях при установке проигрывателя нужно применить «мягкую» подвеску, исключающую акустико-механическую связь звукоснимателя с громкоговорителями.

Громкоговорители располагают на отдельной отражательной доске, вырезанной из клееной многослойной фанеры толщиной не менее 10—12 *мм*. Отверстия в ней вырезают в зависимости от типа громкоговорителей.

При настольной конструкции выключатель сети удобнее сделать спаренным с регулятором громкости. Для этого нужно применить специальное переменное сопротивление с выключателем типа ВК. Приобретая такое сопротивление, надо обратить внимание на кривую изменения его величины. Она обозначается заглавной буквой А (линейное сопротивление), Б (показательное) или В (логарифмическое), нанесенной на корпусе сопротивления после обозначения его величины. Для регулятора громкости можно применять сопротивления только с логарифмической кривой (буква В).

При желании сделать усилитель переносным лучше всего разместить его шасси и проигрыватель в одном небольшом чемодане, а громкоговоритель (или громкоговорители) — в другом, предусмотрев для их подключения к усилителю шнур.

Нагрузкой для настольного варианта усилителя служат два параллельно включенные громкоговорителя 2ГД-3. Такие громкоговорители можно применить в переносном варианте, когда громкоговорители размещены в отдельном чемодане. Вместо двух громкоговорителей 2ГД-3 можно применить один громкоговоритель 4ГД-1 или 5ГД-14.

Монтировать усилитель нужно с учетом приведенных выше рекомендаций. После окончания монтажа усилитель регулируют. Для этого сопротивление R_{12} в цепи управляющей сетки триода фазоинвертора устанавливают в крайнее положение, при котором сетка триода лампы $Л_2$ окажется заземлена. Затем к управляющей сетке пентодной части лампы $Л_1$ подключают электронный вольтметр любого типа для измерения переменного напряжения (шкала 10—15 *в*). Регуляторы громкости и тембра устанавливают в положение максимального усиления, а на вход усилителя подают сигнал частотой 1 000 *гц* такой величины, чтобы вольтметр показывал точно 3 *в*.

Далее, не трогая никаких регуляторов и не выключая усилителя, переключают щуп вольтметра к управляющей сетке пентодной части лампы $Л_2$ и, медленно вращая потенциометр R_{12} балансировки фазоинвертора, доводят напряжение на сетке этой лампы также до 3 *в*.

Затем снова проверяют напряжение на сетке пентода первой лампы. Если оно немного изменится, например будет 2,5 *в*, то увеличивают сигнал от звукового генератора так, чтобы напряжение на этой сетке снова стало равным 3 *в*. Снова переключают вольт-

метр к сетке пентода второй лампы и потенциометром R_{12} добиваются, чтобы напряжение на этой сетке оказалось равным 3 *в*.

Эти регулировки проделывают до тех пор, пока на сетках обоих пентодов не будут одинаковые напряжения. После этого ось потенциометра балансировки фиксируют (закрашивают густой нитрокраской) и приступают к снятию основных характеристик усилителя, как было описано выше.

ЧЕТЫРЕХВАТТНЫЙ ПЕРЕНОСНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ НА ЧЕТЫРЕХ ЛАМПАХ

Этот усилитель несколько сложнее предыдущего, однако он имеет значительно лучшие параметры. Оформлен он в виде небольшого чемодана (300×400×120 *мм*), в котором размещены шасси усилителя и громкоговоритель 4ГД-1.

Схема усилителя (рис. 9) начинается с каскада усиления напряжения. Этот каскад собран на левой (по схеме) половине лампы $Л_1$ (6Н2П), в цепь сетки которой включен регулятор громкости R_1. Усиленный сигнал с анода лампы подается в цепь регулировки тембра.

В усилителе применена сравнительно сложная схема регулировки тембра: переменным сопротивлением R_{10} регулируют частотную характеристику усилителя на высших частотах (от 2 до 10 *кгц*), а переменным сопротивлением R_6 регулируют частотную характеристику на низших частотах (от 50 до 300 *гц*).

В отличие от двух предыдущих, эта схема позволяет регулировать тембр не только путем ослабления (завала) отдельных частот, но и путем усиления (подъема).

Усиленный сигнал с анода лампы первого каскада разделяется по частоте на два канала благодаря тому, что один и тот же конденсатор представляет собой различное сопротивление для разных частот. На высоких звуковых частотах (2—10 *кгц*) реактивное сопротивление конденсатора во много раз меньше, чем на самых низких (30—50 *гц*). Поэтому, например, для высших частот конденсатор C_7 не представляет заметного сопротивления, и эти частоты беспрепятственно «пройдут» через конденсатор и попадут на переменное сопротивление R_{10}. Для низших частот сопротивление конденсатора C_7 велико, поэтому они не «пройдут» через него, в результате чего на сопротивлении R_{10} окажется не весь спектр частот, усиленный первой лампой, а лишь его высокочастотная часть.

По такому же принципу из общего спектра частот выделяется его низкочастотная часть, которая подводится к переменному сопротивлению R_6 для регулировки низших частот.

Высшие и низшие частоты звукового спектра с движков регуляторов тембра вновь смешиваются и подаются на сетку лампы второго усилительного каскада. В результате этого содержание отдельных частот в общем сигнале, снимаемом с анода второй лампы, будет зависеть от положения движков регуляторов тембра. Иными словами, вращая оба регулятора тембра, можно в широких пределах изменять форму частотной характеристики усилителя, а тем самым и звуковую окраску воспроизводимой музыки или речи.

После дополнительного усиления вторым каскадом сигнал подается на сетку левого по схеме триода лампы $Л_2$. Фазоинвертор

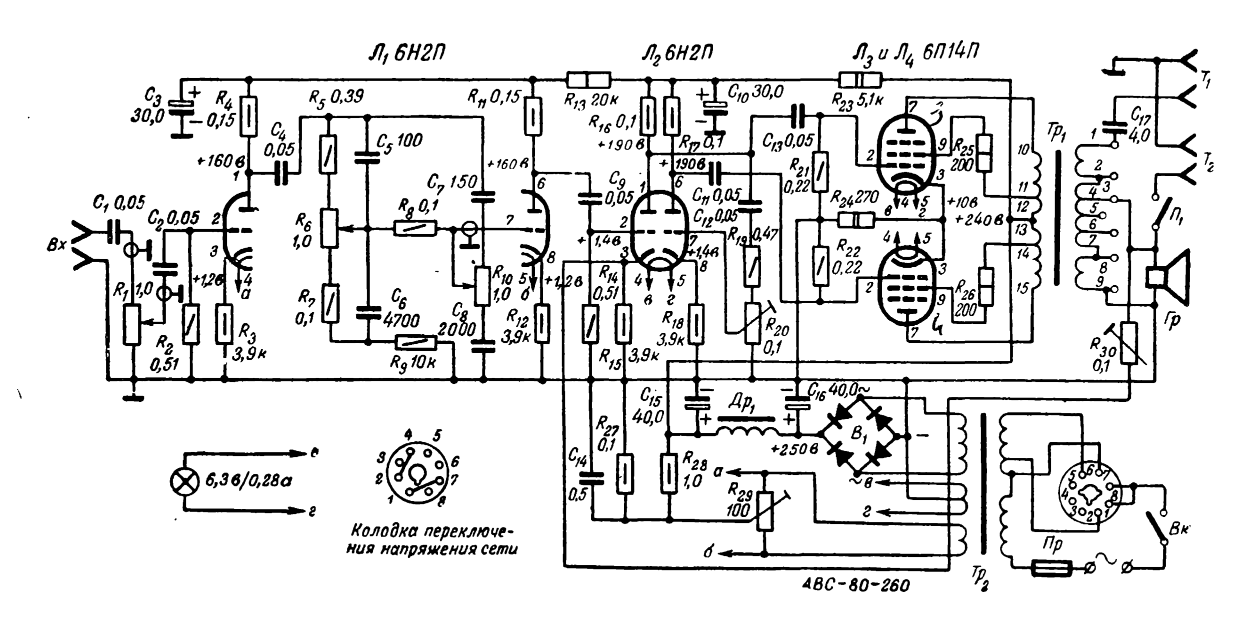


Рис. 9. Принципиальная схема переносного усилителя.

в этой схеме работает так же, как и в предыдущем усилителе. На выходе фазоинвертора, т. е. на анодах обоих триодов лампы $Л_2$, получаются равные по величине и противоположные по фазе напряжения, которые подводятся к управляющим сеткам ламп $Л_3$ и $Л_4$ (6П14П) двухтактного оконечного каскада.

Оконечный каскад собран по ультралинейной схеме, отличающейся от обычной схемы тем, что экранирующие сетки выходных ламп присоединены к отводам от первичной (анодной) обмотки выходного трансформатора. Благодаря этому создается сильная отрицательная обратная связь по экранирующим сеткам и характеристика анодного тока лампы значительно спрямляется, становясь сверх- или ультралинейной (откуда и название схемы).

Ультралинейная схема позволяет в несколько раз снизить искажения, вносимые в усиливаемый сигнал оконечным каскадом. В то же время для реализации указанных преимуществ ультралинейной схемы обмотки выходного трансформатора следует делать секционированными. Однако такое небольшое усложнение конструкции трансформатора полностью окупается высоким качеством звучания усилителя.

Для уменьшения фона усилителя накал первой лампы питается от отдельной дополнительной обмотки, на которую подается небольшой положительный потенциал от специального делителя напряжения (R_{27}, R_{28}). Переменное сопротивление балансировки накала R_{29} позволяет при регулировке усилителя получить минимально возможный уровень фона.

Конструктивно усилитель выполнен на алюминиевой панели размером 280×380 *мм*, толщиной 4 *мм*, представляющей собой его лицевую панель. На панели укреплены шасси усилителя, выходной трансформатор, трансформатор питания, дроссель фильтра, электролитические конденсаторы, регуляторы громкости и тембра, выключатель и переключатель сети, предохранитель, индикаторная лампочка, входные гнезда для подключения звукоснимателя и магнитофона, гнезда для дополнительных выносных громкоговорителей, выключатель внутреннего громкоговорителя, а также восьмиштырьковый разъем для пульта дистанционного управления.

Снаружи панель покрашена черной нитроэмалью. Над всеми ручками сделаны соответствующие гравировки. Разметка панели приведена на рис. 10, а размещение деталей на ней показано на рис. 11. Шасси усилителя вырезают из алюминия толщиной 1 *мм*. Разметка шасси приведена на рис. 12.

Трансформатор питания и выходной трансформатор заключены в алюминиевые экраны-коробки и имеют гетинаксовые платы, на которые выведены все обмотки. С помощью этих экранов трансформаторы закрепляют к панели. Однако нет никакой необходимости делать именно такую конструкцию. Достаточно лишь сохранить электрические данные трансформаторов и тип сердечников, а способы прикрепления их к панели и распайки выводов обмоток могут быть любые.

Трансформатор питания собран на сердечнике из пластин Ш-28, толщина пакета 40 *мм*, сборка пластин вперекрышку. Первичная (сетевая) обмотка состоит из 420 + 60 витков провода ПЭВ 0,44 *мм* и 340 витков провода ПЭВ 0,31 *мм*. Повышающая обмотка содержит 1 000 витков провода ПЭВ 0,18 *мм*, обмотка накала пер-

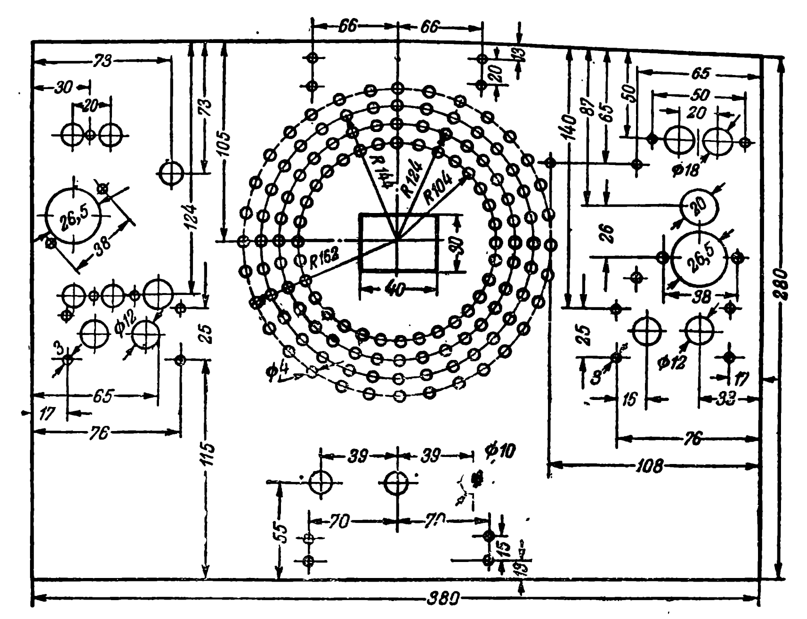


Рис. 10. Панель усилителя.

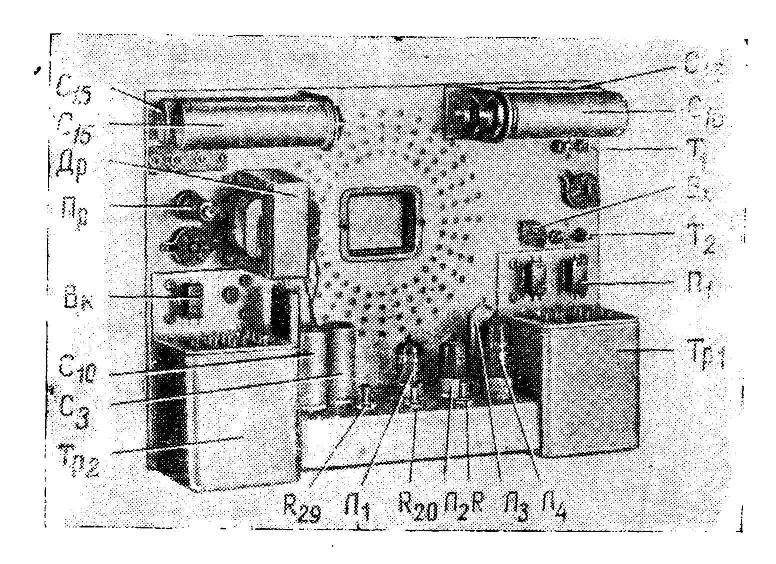


Рис. 11. Внутренний вид усилителя.

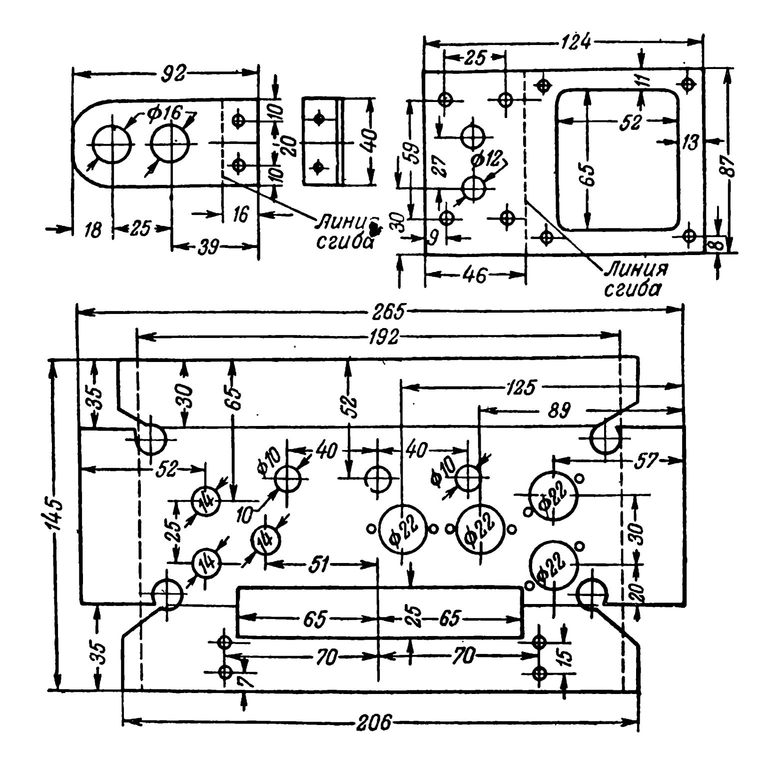


Рис. 12. Разметка шасси усилителя и деталей для крепления конденсаторов и трансформаторов.

вой лампы содержит 26 витков провода ПЭЛ 0,44 *мм*, обмотка накала остальных ламп содержит также 26 витков провода ПЭЛ 0,8 *мм* с отводом от середины.

Выходной трансформатор собран на таком же сердечнике, что и трансформатор питания. Расположение обмоток на каркасе приведено на рис. 13. Первой на каркас наматывают часть вторичной обмотки, содержащую 30 витков провода ПЭВ 1,0 *мм*, поверх нее наматывают одно плечо первичной обмотки, состоящее из 700 + 500 витков провода ПЭВ 0,2 *мм*, затем на нее наматывают продолжение вторичной обмотки, состоящей из 15 + 15 + 15 + 15 витков провода ПЭВ 1,0 *мм*. После нее наматывают вторую половину первичной обмотки, состоящей из 500 + 700 витков провода ПЭВ 0,2 *мм* и, наконец, последней наматывают последнюю часть вторичной обмотки, содержащей так же, как и первая, 30 витков провода ПЭВ 1,0 *мм*. Таким образом, первичная обмотка состоит в общей сложности из 2 400 витков, а вторичная из 120 витков. Каждую часть обмотки следует изолировать от соседней тремя-четырьмя слоями трансформаторной бумаги.

При монтаже выходного трансформатора очень важно не перепутать выводные концы его обмоток, иначе усилитель будет плохо работать. Правильное соединение секций обмоток между собой показано на принципиальной схеме усилителя. Дроссель фильтра может быть применен любой конструкции, лишь бы его обмотка пропускала без перегрева ток порядка 80 *ма*. Данные остальных деталей приведены на принципиальной схеме. Там же указаны и режимы ламп.

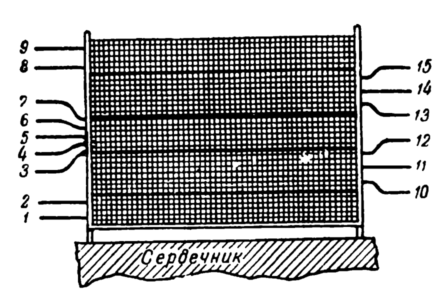


Рис. 13. Расположение обмоток выходного трансформатора.

Регулятор громкости должен иметь логарифмическую кривую изменения сопротивления, т. е. на крышке его корпуса должна стоять буква В. Для регуляторов тембра применяют потенциометры с прямолинейным изменением сопротивления (буква А на крышке корпуса).

Для удобства монтажа можно разместить на шасси несколько изоляционных планок с монтажными лепестками, к которым можно припаять сопротивления, конденсаторы, различные соединительные провода и т. п. Конструкция планок может быть любой.

Футляр усилителя представляет собой фанерный чемодан с откидной крышкой, в дне которого прорезано отверстие под громкоговоритель, затянутое радиотканью. Снаружи футляр оклеен черным дерматином. Внешний вид усилителя приведен на рис. 14.

Регулировка усилителя не представляет труда. Вначале проверяют выпрямитель, его фильтр и цепи накала. Затем переменное сопротивление R_{20} устанавливают в такое положение, при котором сетка правой половины лампы $Л_2$ будет заземлена. Потенциометр регулировки обратной связи R_{30} устанавливают в положение наибольшего сопротивления, и от звукового генератора на сетку левой половины лампы $Л_2$ подают сигнал частотой 200—1 000 *гц* такой величины, чтобы электронный вольтметр, подключенный к управляющей сетке лампы $Л_3$, показал напряжение 3 *в*.

Фазоинвертор регулируют так же, как в предыдущем усилителе, и заканчивают тогда, когда на сетках ламп $Л_3$ и $Л_4$ будут одинаковые переменные напряжения. После этого ось потенциометра R_{20} фиксируют стопорной гайкой или закрашивают нитроэмалью.

Для проверки работы регуляторов тембра и громкости их устанавливают в среднее положение, электронный вольтметр для измерения переменного напряжения подключается к сетке левого триода

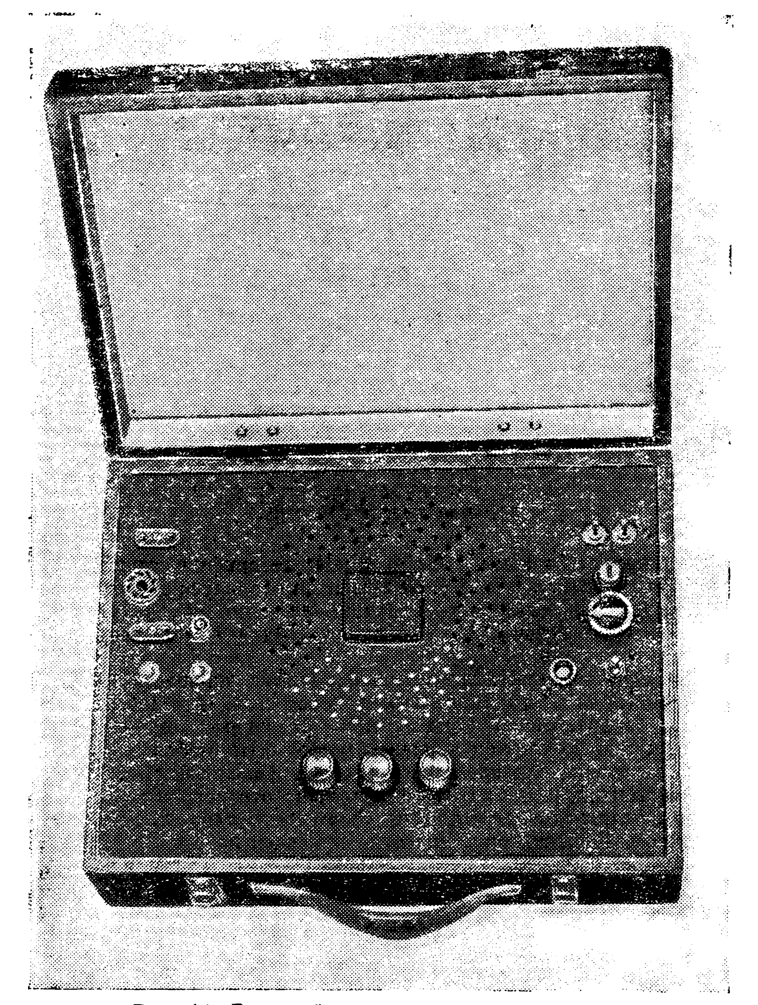


Рис. 14. Внешний вид переносного усилителя.

лампы $Л_2$, а на вход усилителя подают сигнал частотой 1 000 *гц* такой величины, чтобы вольтметр показал напряжение порядка 0,1—0,2 *в*. После этого, не меняя положения регуляторов, на вход усилителя вместо сигнала частотой 1 000 *гц* подают сигнал частотой 60—80 *гц*. Если теперь вращать ручку регулятора низших частот (R_6) от одного крайнего положения до другого, то напряжение на сетке лампы $Л_2$ будет меняться в широких пределах (от 0,02—

0,04 *в* до 0,4—0,8 *в*). Вращение же ручки регулятора высших частот (R_{10}) сказываться не будет.

Убедившись в том, что регулятор низших частот работает нормально, устанавливают его в такое положение, при котором на сетке лампы $Л_2$ будет напряжение порядка 0,1—0,2 *в* и вместо сигнала частотой 60—80 *гц* подают на вход усилителя сигнал частотой 6—8 *кгц* такой же величины. Вращая регулятор высших частот, убеждаются в том, что при этом напряжение на сетке лампы $Л_2$ меняется в широких пределах, а вращение регулятора низших частот отражаться на показаниях вольтметра не будет.

В заключение на вход усилителя вновь подают сигнал частотой 1 000 *гц* и убеждаются в том, что при любом положении обоих регуляторов тембра показания вольтметра, подключенного к сетке лампы $Л_2$, изменяются не более, чем в 1,5 раза от среднего значения (0,1—0,2 *в*). Если при регулировке усилителя выяснится, что регуляторы тембра работают не так, как описано, то следует внимательно проверить монтаж их цепей, найти и устранить ошибку и лишь после этого продолжать регулировку.

Для получения максимальной выходной мощности на вход усилителя нужно подать сигнал частотой 1 000 *гц*, а затем поочередно подключать громкоговоритель к различным отводам вторичной обмотки выходного трансформатора и каждый раз измерять неискаженную выходную мощность по способу, описанному выше.

Когда оптимальный отвод вторичной обмотки будет найден, проверяют и регулируют уровень фона, для чего вольтметр подключают параллельно громкоговорителю, входные гнезда усилителя замыкают, а регуляторы громкости и тембра устанавливают в положение наибольшего усиления.

Переключая вольтметр на более чувствительные шкалы, медленно вращают потенциометр R_{29}, добиваясь минимального показания вольтметра. В правильно собранном и отрегулированном усилителе это остаточное напряжение не должно превышать 10 *мв*. Если уровень фона получится много больше 10 *мв* или если минимальное значение фона получится в крайнем положении потенциометра, то нужно попробовать сменить первую лампу 6Н2П.

Для установления необходимого уровня чувствительности (0,1—0,2 *в*) на вход усилителя следует подать сигнал частотой 1 000 *гц*, напряжением 0,1—0,2 *в*. Регулятор громкости устанавливают в положение максимального усиления, а электронный вольтметр подключают параллельно громкоговорителю, после чего ось переменного сопротивления обратной связи (R_{30}) медленно вращают из крайнего положения, соответствующего наибольшему сопротивлению, в сторону уменьшения до тех пор, пока напряжение на громкоговорителе не уменьшится до 4,5 *в*. После этого ось сопротивления также фиксируют стопорной гайкой или закрашивают нитрокраской. На этом регулировку усилителя можно считать законченной.

При пользовании усилителем его устанавливают обязательно с открытой крышкой. Сигнал к его входу от звукоснимателя, радиоприемника или магнитофона подводят экранированным проводом (шлангом). Если при подключении источника сигнала ко входу усилителя появится фон, то целесообразно к нулевому проводу входного шланга подсоединить заземление, особенно в случае подключения к усилителю электропроигрывателя.

ДЕСЯТИВАТТНЫЙ СТАЦИОНАРНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ НА ПЯТИ ЛАМПАХ

Стационарный универсальный усилитель может быть использован для самых различных целей. С его помощью можно радиофицировать сельскую школу или небольшой клуб. Он может служить для воспроизведения граммофонных и магнитофонных записей, для усиления речей ораторов, а также для усиления мощности радиолы или «радиокомбайна».

Схема усилителя (рис. 15) во многом сходна со схемой предыдущего усилителя. Основные отличия ее состоят в режиме оконечного каскада, в дополнительном микрофонном каскаде усиления, переключателях нагрузки и рода работ, а также данных блока питания.

Первый каскад на лампе 6Ж1П служит специально для усиления сигналов от микрофона. Во всех остальных случаях первый каскад отключается переключателем рода работ $П_1$. При этом с помощью сопротивления R_4 автоматически разряжается конденсатор C_2. При отсутствии этого сопротивления микрофонный каскад продолжает работать 1—1,5 *мин* после переключения на другой режим работы усилителя и может создать нежелательное наложение одной передачи на другую.

Следующие два каскада усиления, собранные на лампе $Л_2$, и фазоинвертор на лампе $Л_3$ не отличаются от соответствующей части предыдущего усилителя. Выходной каскад собран по двухтактной схеме на двух лампах 6П14П. Для того чтобы этот каскад отдавал 10 *вт* неискаженной мощности, напряжение на анодах этих ламп повышено до 275 *в*.

Так как максимальное напряжение на экранирующих сетках этих ламп составляет 250 *в*, их нельзя присоединять непосредственно к отводам первичной обмотки выходного трансформатора, напряжение на которой равно 275 *в*. Поэтому в цепь экранирующих сеток ламп включены гасящие сопротивления R_{36} и R_{37}, параллельно которым присоединены блокировочные конденсаторы C_{18} и C_{19}.

С помощью переключателя рода работы на сетку левого (по схеме) триода лампы $Л_2$ подводятся сигналы от четырех штеккерных входных гнезд усилителя: для подключения звукоснимателя, радиоприемника, магнитофона и трансляционной линии. Штеккерное гнездо для подключения микрофона соединено постоянно с управляющий сеткой лампы $Л_1$.

Переключатель сопротивлений нагрузки $П_2$ в цепи вторичной обмотки выходного трансформатора нужен для согласования выходного сопротивления усилителя с любой нагрузкой от 2 до 14 *ом* скачками через два ома.

Блок питания отличается от описанного в предыдущем усилителе тем, что повышающая обмотка трансформатора питания имеет 1 200 витков, а для накала лампы $Л_1$ микрофонного каскада намотана дополнительная обмотка, содержащая 20 витков провода ПЭВ 0,44 *мм*. Эта обмотка дает пониженное напряжение (порядка 5,0—5,5 *в*), что необходимо для уменьшения уровня фона. С этой же целью в схеме усилителя предусмотрен дополнительный балансировочный потенциометр R_{19} в цепи накала этой лампы.

Электролитические конденсаторы фильтра выпрямителя должны быть на рабочее напряжение не ниже 350 *в*.

3 Зак. 446

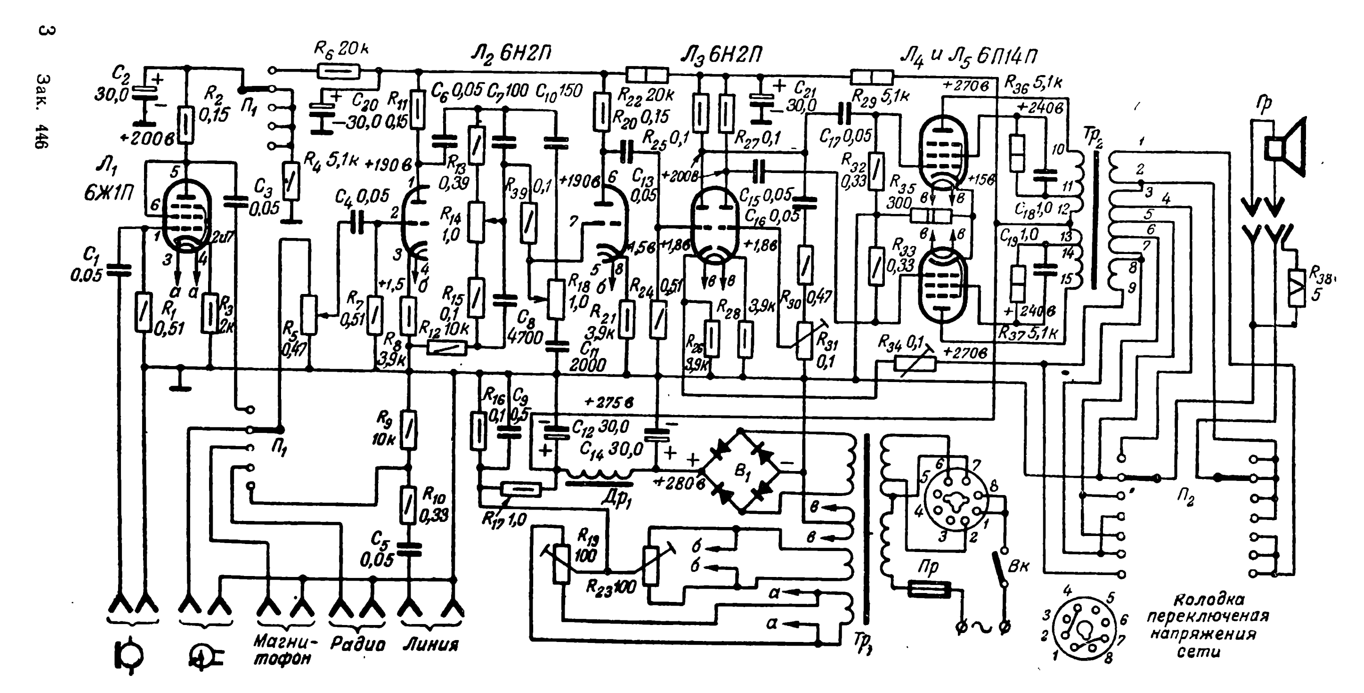


Рис. 15. Принципиальная схема стационарного усилителя.

В качестве выпрямительного элемента применены диоды Д7Ж. В каждое плечо моста нужно включить не менее трех диодов (всего 12 шт.). При этом параллельно каждому из них нужно присоединить выравнивающее сопротивление порядка 50—150 *ком*. Все 12 сопротивлений должны быть одинаковой величины. Если применить кремниевые диоды Д203 или Д204, то в каждое плечо моста достаточно включить по два диода и, соответственно, по два выравнивающих сопротивления.

Конструкция шасси и оформление усилителя будут зависеть от его назначения. При использовании его в «радиокомбайне» или радиоле конструкция усилителя будет определяться габаритами и общей планировкой радиолы («комбайна»). При этом может оказаться целесообразным оконечный каскад усилителя с блоком питания разместить на отдельном шасси.

В случае автономной конструкции лучше всего расположить детали и лампы усилителя на шасси так, как показано на рис. 16, а

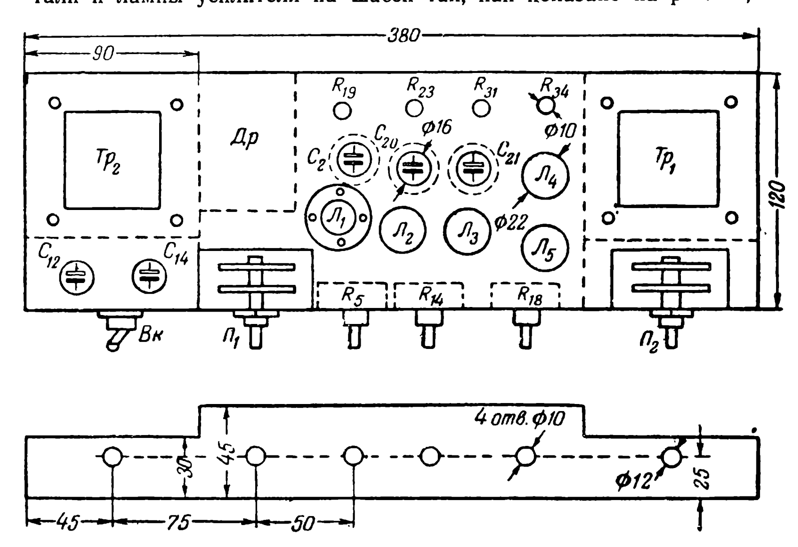


Рис. 16. Расположение деталей на шасси стационарного усилителя.

собранный усилитель поместить в железный кожух, покрашенный нитроэмалью и снабженный ручкой для переноски. На рис. 17 и 18 показана одна из моделей усилителя, отличающаяся от описываемой лишь отсутствием переключателя рода работы. Приведенная на рисунках компоновка не обязательна, и радиолюбитель может изменить ее в соответствии со своими возможностями.

Большинство деталей применено стандартных. Выходной трансформатор имеет те же данные, что и в предыдущем усилителе. Переключатели рода работ и сопротивления нагрузки могут быть использованы любые. Для переключателя рода работ нужны две сек-

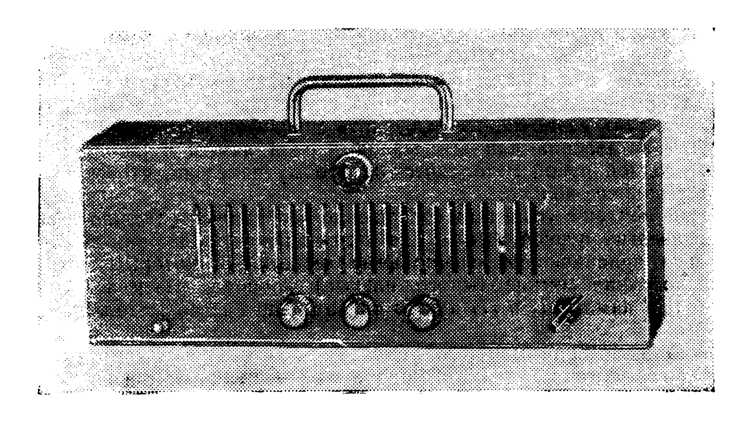


Рис. 17. Внешний вид стационарного усилителя.

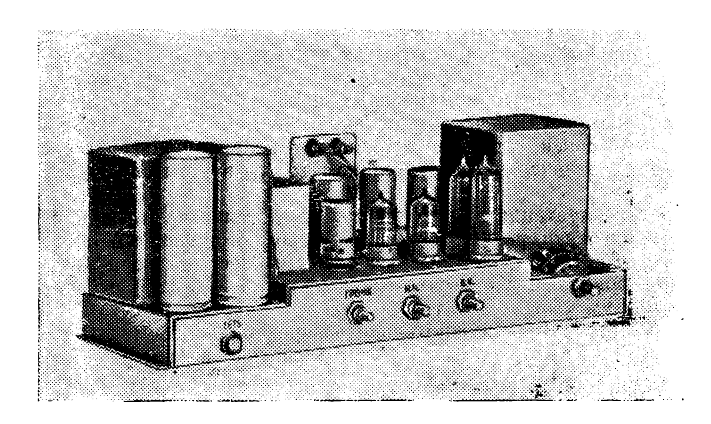


Рис. 18. Внешний вид стационарного усилителя без кожуха.

ции на пять положений, а для переключателя нагрузки — две секции на 11 положений.

Нагрузкой усилителя могут быть самые различные акустические системы общей мощностью громкоговорителей не менее 10 *вт*, поэтому их описание здесь не приводится.

Для того чтобы при работе усилителя не наблюдалось характерного звона вследствие микрофонного эффекта, лампу первого каскада укрепляют на шасси с помощью мягкой подвески. Для этого в шасси выпиливают отверстие диаметром 50—70 *мм*, по окружности которого просверливается 6—10 крепежных отверстий диаметром 3 *мм*.

Из листовой резины толщиной 1,5—3 *мм* вырезают кольцо, наружный диаметр которого на 5—10 *мм* больше диаметра вырезан-

ного в шасси отверстия, а внутренний равен диаметру ламповой панельки (для панелек ПЛК-7 или ПЛП-7 он составляет 18 *мм*).

Панельку с помощью винтов укрепляют в резиновом кольце, а кольцо привинчивают к шасси через крепежные отверстия. Такая подвеска дает возможность исключить микрофонный эффект.

При вставлении или вынимании первой лампы нужно придерживать одной рукой металлическую обойму панельки, чтобы не порвать резиновое кольцо.

При монтаже усилителя совершенно необходимо надежно заземлить панельку первой лампы, для чего под крепежные винты самой панельки привинчивают специальные лепестки, к которым припаивают короткие мягкие (многожильные) провода, заземляемые на шасси. На лампы $Л_1$ и $Л_2$ нужно обязательно надеть металлические экраны.

При включении мощного усилителя без нагрузки (при отключенных громкоговорителях) и подаче на его вход сигнала возможен пробой выходного трансформатора. Для предупреждения этого выход усилителя автоматически шунтируется балластным проволочным сопротивлением R_{38}. Можно применить и обычное гнездо без блокировки. Однако в этом случае включать усилитель можно только при включенном акустическом агрегате.

Регулируют усилитель точно так же, как описано выше. Исключение состоит лишь в том, что вначале усилитель регулируют при выключенном микрофонном каскаде, а затем микрофонный каскад включают и при отключенном от входа микрофоне регулируют минимальный уровень фона усилителя, но уже с помощью балансировочного сопротивления R_{19}. Потенциометр R_{23} в этом случае трогать не следует.

При эксплуатации усилителя нужно учитывать, что при сопротивлении нагрузки, равной 2 *ом,* в цепи громкоговорителей протекает ток 2—3 *а,* поэтому акустическую систему к усилителю нужно подключать проводами достаточного сечения (1,5—2,0 *мм*^{2}) и стараться до предела уменьшить их длину.

Кожух усилителя нужно сделать перфорированным для лучшей вентиляции, что необходимо в связи с форсированным режимом работы ламп оконечного каскада.

Для большего удобства работы с усилителем под ручки регуляторов громкости и тембра можно нанести шкалы с делениями от 0 до 10, а над переключателем рода работ сделать надписи, соответствующие режиму работы усилителя («Микрофон», «Звукосниматель», «Магнитофон», «Радио», «Трансляция»). Над переключателем выхода имеет смысл проставить величины сопротивления нагрузки для каждого положения переключателя (2, 4, 6, 8, 10, 12 и 14 *ом*). Для обоих переключателей нужно применить ручки типа «Клювик».

Если усилитель используется для звукофикации нескольких помещений (например, в школе) и нагружен на несколько громкоговорителей, то соединять их нужно параллельно-последовательными группами так, чтобы общее сопротивление всей линии было в пределах от 2 до 14 *ом.* На рис. 19 показаны несколько вариантов включения таких групп. В любом из этих случаев возле усилителя нужно иметь контрольный громкоговоритель.

В заключение следует выбрать оптимальные положения регуляторов громкости и тембра для каждого из режимов работы усилителя (от микрофона, звукоснимателя и т. д.) и пометить эти поло-

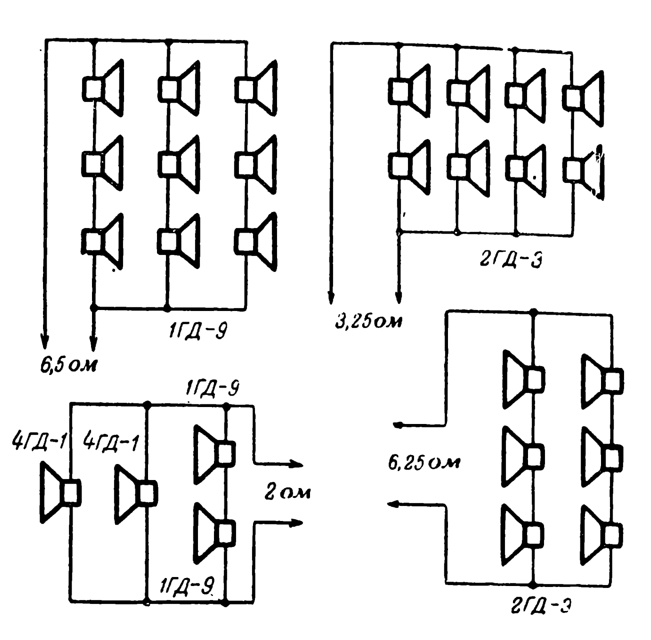


Рис. 19. Варианты включения громкоговорителей.

жения с тем, чтобы при переходе от одного режима работы к другому можно было быстро изменять частотную характеристику усилителя. Сквозная частотная характеристика усилителя при работе в режиме «Звукосниматель» приведена на рис. 20.

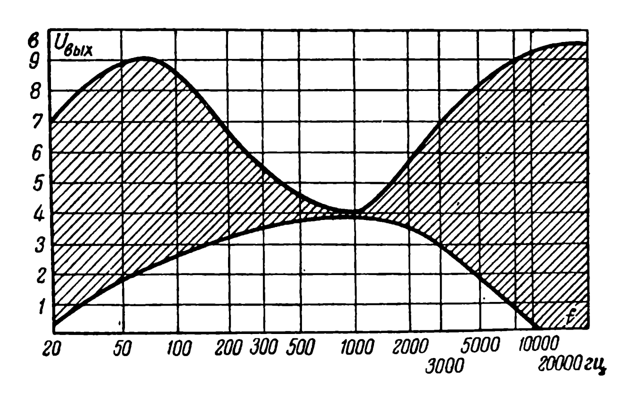


Рис. 20. Частотная характеристика стационарного усилителя.

ПРОСТОЙ СТЕРЕОФОНИЧЕСКИЙ УСИЛИТЕЛЬ НА ДВУХ ЛАМПАХ

Этот усилитель предназначен для воспроизведения стереофонической грамзаписи и содержит два совершенно идентичных канала с самостоятельными входами и выходами, каждый из которых нагружен на свою акустическую систему.

Выполнен он в виде двух небольших чемоданов, в одном из которых смонтирован усилитель, а в другом помещены две одинаковые акустические системы с соединительными шлангами.

Каждый канал представляет собой двухкаскадный усилитель на лампе 6Ф3П. Выходная мощность каждого канала — 1,5 *вт* при коэффициенте нелинейных искажений не более 2,2%, чувствительность со входа равна 0,2 *в*, полоса пропускания от 60 до 12 000 *гц*.

Принципиальная схема усилителя приведена на рис. 21. Входная цепь каждого канала начинается с регулятора громкости (потенциометры R_1 и R'_1). Так как в стереофонических усилителях уровень сигнала нужно регулировать одновременно в обоих каналах и на одинаковую величину, потенциометры R_1 и R'_1 сдвоены и управляются одной ручкой.

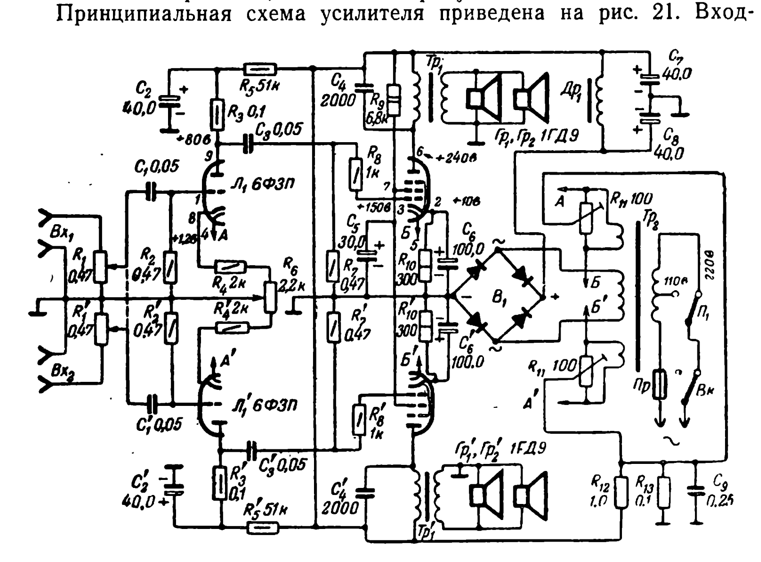


Рис. 21. Принципиальная схема стереофонического усилителя.

Сигнал с движка потенциометра подается на сетку триодной части лампы через разделительный конденсатор C_2.

Сопротивления автоматического смещения в катодных цепях триодов не заблокированы конденсаторами для получения отрицательной обратной связи по току.

С анода триода усиленный сигнал поступает на управляющую сетку пентодной части лампы $Л_1$ через последовательно включен-

ные разделительный конденсатор C_3 и антипаразитное сопротивление R_8, предотвращающее самовозбуждение усилителя на ультразвуковой частоте (30—100 *кгц*).

Общий для обоих каналов выпрямитель выполнен по мостовой схеме на селеновом выпрямителе АВС-80-260. Вместо него можно применить полупроводниковые диоды Д7Ж.

Накал каждой лампы для снижения уровня фона питается от отдельных обмоток трансформатора $Тр_2$, на которые через балансировочные потенциометры R_{11} и R_{11}' подается небольшой положительный потенциал относительно шасси.

Фильтр выпрямителя состоит из дросселя $Др_1$ и электролитических конденсаторов C_8 и C_9. Аноды триодов питаются через дополнительный фильтр $R_5C_2(R_5'C_2')$.

Каждый канал усилителя нагружен на два громкоговорителя 1ГД-9, включенные параллельно. Применение двух громкоговорителей вместо одного улучшает воспроизведение низших частот благодаря сглаживанию пика собственного механического резонанса. Параллельное включение громкоговорителей предпочтительнее последовательного потому, что при этом их общее сопротивление оказывается вчетверо меньшим, что значительно увеличивает демпфирующее действие громкоговорителей, благодаря чему улучшается качество воспроизведения звука.

Конструкция усилителя понятна из рис. 22. Разметка шасси и кожуха усилителя приведены на рис. 23 и 24.

Выходные трансформаторы $Тр_1$ и $Тр_1'$ собраны на сердечниках из пластин Ш-19, толщина пакета 28 *мм*. Первичная обмотка со-

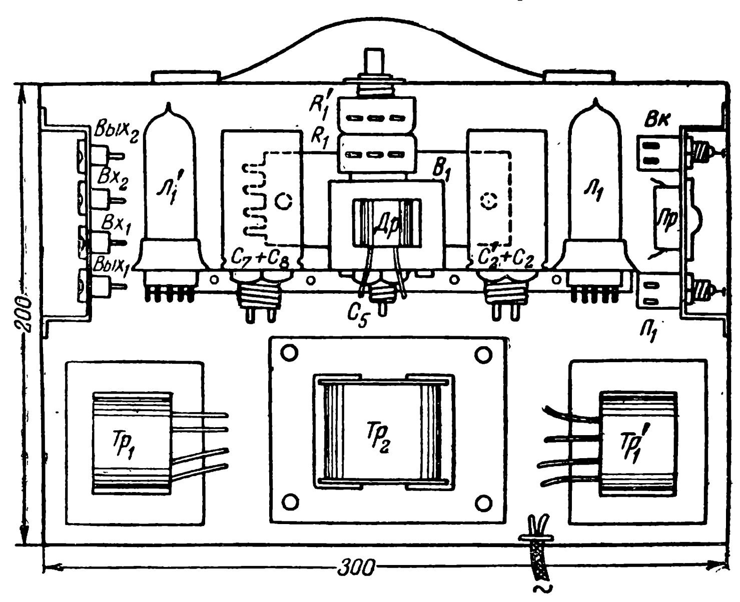


Рис. 22. Конструкция стереофонического усилителя.

держит 2 400 витков провода ПЭЛ 0,12—0,15 *мм*. Вторичная обмотка содержит 70 витков провода ПЭЛ 0,6—0,8 *мм*.

Сердечник собирают встык с зазором в 0,1—0,15 *мм*.

Трансформатор питания Tp_2 собран на сердечнике из пластин Ш-24, толщина набора 30 *мм*. Первичная (сетевая) обмотка содержит 690+520 витков провода ПЭВ 0,27 *мм* и 0,23 *мм* соответственно. Вторичная (повышающая) обмотка состоит из 1 350 витков

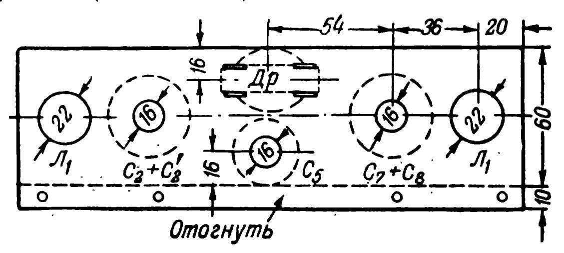


Рис. 23. Разметка шасси стереофонического усилителя.

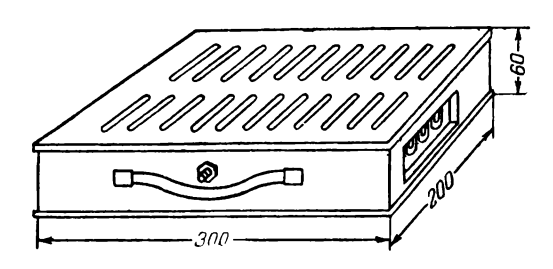


Рис. 24. Эскиз футляра.

провода ПЭВ 0,15 *мм*. Накальные обмотки имеют по 39 витков провода ПЭВ 0,8 *мм*. Пластины сердечника этого трансформатора собираются вперекрышку.

При подборе сопротивлений и конденсаторов их можно брать отличающимися от указанных на схеме на ±15%, но в обоих каналах усилителя они должны быть совершенно одинаковыми. Например, вместо указанного на схеме сопротивления нагрузки первого каскада 100 *ком* можно взять любое от 82 до 150 *ком*, но нельзя в одном канале применить 82 *ком*, а в другом 120 *ком*.

Примененные в усилителе сдвоенные электролитические конденсаторы по 40 *мкф* можно заменить отдельными конденсаторами по 30 *мкф*, соответственно изменив их размещение на шасси усилителя.

Если радиолюбитель не сможет приобрести готовое сдвоенное переменное сопротивление, можно спарить два одиночных потенциометра так, чтобы их движки приводились во вращение одной общей осью, выведенной наружу. При этом необходимо, чтобы оба

потенциометра имели кривую измерения типа В и чтобы при повороте общей оси на некоторый угол движки обоих потенциометров, входящих в сдвоенный регулятор, поворачивались на одинаковый угол.

Акустический агрегат для стереофонического усилителя оформлен в виде разъемного чемодана, в каждой из половинок которого смонтированы по два громкоговорителя (рис. 25).

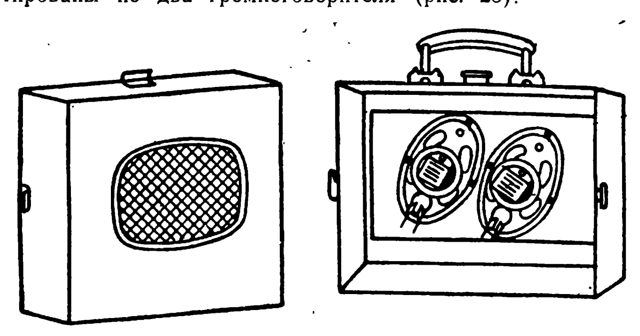


Рис. 25. Конструкция и внешний вид акустического агрегата.

Оформление агрегата может быть несколько иным, однако не следует значительно изменять размеры и, главное, объем чемодана. Соединительные шнуры должны быть длиной по 2—4 *м*.

При монтаже усилителя очень важно исключить возможность влияния одного канала на другой. Для этого монтаж всех цепей одного канала должен быть совершенно обособлен от монтажа второго канала. Особенно это относится к входным цепям, а также к монтажу цепей выходных трансформаторов.

Если самодельные детали изготовлены точно по приведенным данным и монтаж выполнен в строгом соответствии со схемой, то налаживание и регулировка усилителя сведется, в основном, к установлению минимального уровня фона и проверке идентичности каналов по усилению и по форме частотной характеристики.

Следует отметить, что стереофоническая запись, как правило, более высокого качества (более широкая полоса частот, больший динамический диапазон, малый уровень шумов), чем монофоническая. Для реализации всех ее преимуществ нужно, чтобы усилительный тракт гарантировал такие же качественные показатели, какие заложены в стереозаписи. Поэтому даже простой усилитель после его изготовления нужно проверить и, в случае необходимости, отрегулировать.

Для проверки и регулировки усилителя нужны два прибора: измеритель переменного напряжения и генератор звуковых частот с диапазоном от 20 до 20 000 *гц*. В качестве измерителя напряжения лучше всего пользоваться электронным вольтметром, позволяющим измерять уровень фона на шкалах 10—30 *мв*.

Сначала тестером нужно измерить режимы ламп. Они должны быть примерно такими, как указано на принципиальной схеме.

После этого параллельно громкоговорителям одного из каналов подключают вольтметр, а на вход этого канала подают от звукового генератора напряжение порядка 0,1—0,12 *в* частотой 1 000 *гц*.

Регулятор громкости устанавливают в положение максимального усиления. При этом на нагрузке должна развиваться номинальная мощность 1,5 *вт*, что соответствует напряжению на выходе около 2,2 *в* (в случае двух параллельно включенных громкоговорителей 1ГД-9).

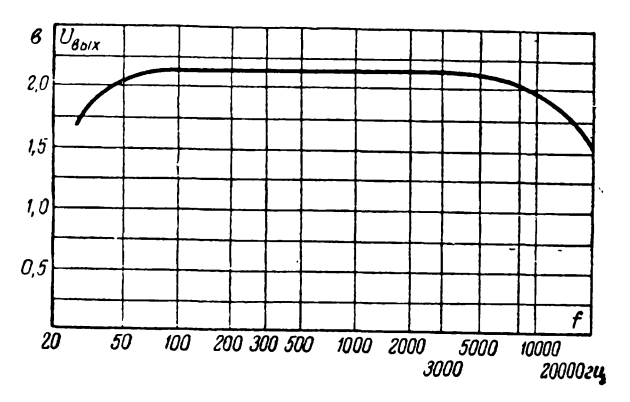


Рис. 26. Частотная характеристика стереофонического усилителя.

Затем, не меняя положения регуляторов, вместо первого канала подключают второй. Как правило, выходное напряжение в этом случае оказывается иным, чем на первом канале. Вращая регулятор балансировки R_6 и подключая вольтметр поочередно то к одному, то к другому выходу, добиваются одинаковых показаний вольтметра на нагрузках. То положение регулятора балансировки, при котором оба канала имеют одинаковое усиление, отмечают как нулевое, поставив на ручке регулятора цветную точку или треугольник, а на панели против этой точки — цветную риску.

Затем генератор звуковой частоты отключают от входа усилителя, а электронный вольтметр постепенно переключают на более чувствительные пределы до тех пор, пока он не покажет некоторое напряжение фона (порядка десятков милливольт). Наблюдая за стрелкой вольтметра, вращают выведенный под шлиц потенциометр в цепи накала до получения минимального напряжения. Обычно это минимальное напряжение составляет 2—5 *мв*. Таким же способом регулируют второй канал. Если добиться уровня фона в 2—5 *мв* не удается или если минимальное напряжение фона получается в крайнем положении балансировочного потенциометра, то нужно заменить лампу 6Ф3П на другую.

Убедившись в том, что чувствительность и уровень фона находятся в пределах нормы, можно приступить к снятию частотных характеристик каналов. На рис. 26 приведена нормальная частотная характеристика, которую должен иметь каждый канал. Если

характеристика будет резко отличаться от приведенной, то это будет означать, что либо в монтаже допущена ошибка, либо неисправна какая-нибудь деталь.

Закончив электрическую регулировку, необходимо сфазировать громкоговорители, так как при неправильной фазировке может полностью нарушиться эффект стереофонии. При параллельном включении двух громкоговорителей правильное фазирование получается путем соединения вместе одноименных выводов, т. е. левого с левым, а правого с правым. На рис. 27 показано правильное и неправильное соединение громкоговорителей.

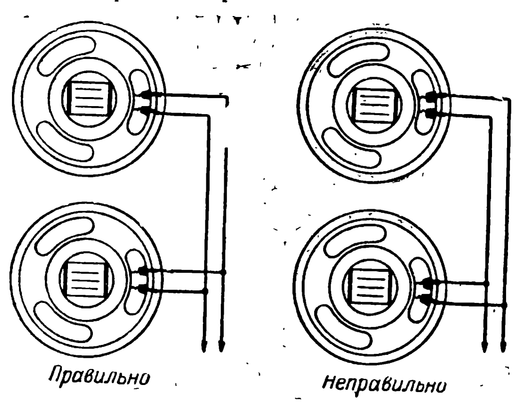


Рис. 27. Фазирование громкоговорителей.

Необходимо также правильно подключить громкоговорители к усилителю. Для этого сигнал от генератора с частотой 200 *гц* подается на один из каналов, а громкоговорители обоих каналов устанавливают рядом по фронту на расстоянии 2—4 *м* от оператора. Установив регулятором небольшую громкость, подключают к генератору вместе с первым и второй канал. Если при этом громкость звука заметно возрастет, значит, оба акустических агрегата сфазированы правильно. Если же при подключении второго канала громкость уменьшится, то необходимо перефазировать один из каналов, поменяв для этого в одном из усилителей (любом) концы шнура, идущего к громкоговорителям. После этого необходимо еще раз убедиться в правильности фазировки.

После того как громкоговорители будут правильно сфазированы, нужно пометить на каждой вилке громкоговорителей полярность их включения цветными метками, чтобы правильно подключать акустические агрегаты к усилителю.

Для получения максимального стереофонического эффекта прежде всего необходимо правильно расположить в помещении громкоговорители и выбрать место для прослушивания.

Очень важно, чтобы между обеими акустическими системами было выбрано правильное расстояние. Как показывает опыт, для жилых помещений это расстояние может меняться от 1 до 5 *м* в зависимости от размера комнаты и мощности усилителя.

При расстояниях между системами меньше 1 *м* эффект стереофонии пропадает, а при расстояних больше 5 *м* источник звука (например, оркестр) как бы делится на два самостоятельных источника, воспринимаемые слушателями раздельно.

Признаком правильной расстановки громкоговорителей служит слуховое впечатление того, что весь промежуток между системами «заполнен» звуком. Наибольшее проявление стереофонического эффекта наблюдается тогда, когда расстояние между слушателем и громкоговорителями равно полуторному расстоянию между громкоговорителями (или акустическими системами).

Вследствие того что жилые помещения различны по акустическим свойствам, нельзя дать единой рекомендации для всех случаев. Поэтому следует в каждом отдельном случае выбрать экспериментально наилучшее расположение громкоговорителей в помещении и определить зону максимального стереофонического эффекта.

В подавляющем большинстве случаев, если воспроизводится стандартная стереофоническая запись, ручка балансировки должна находиться в нулевом положении, помеченном цветной меткой. Однако в отдельных случаях при желании подчеркнуть музыкальное содержание одного из каналов (например, выделить голос солиста и ослабить оркестровое сопровождение), можно устанавливать регулятор балансировки в любое положение.

Описанный стереофонический усилитель можно использовать и как монофонический двухканальный усилитель. При воспроизведении монофонических записей входы обоих каналов нужно соединить параллельно, а регулятор стереобаланса обязательно установить в нулевое положение. Громкоговорители в этом случае лучше располагать так же, как и при воспроизведении стереофонических записей. При воспроизведении обычных монофонических записей через такой усилитель на две разнесенные акустические системы качество звучания получается гораздо выше, чем в случае обычного трехваттного усилителя или радиолы второго класса.

Если в процессе эксплуатации усилителя выйдет из строя одна из ламп, то после ее замены необходимо вновь подобрать положение потенциометра в цепи накала этой лампы по минимуму фона и, в случае необходимости, заново установить нулевое положение ручки балансировки.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

КОНСТРУКЦИИ УСИЛИТЕЛЕЙ НА ТРАНЗИСТОРАХ

В этой главе будет описано несколько усилителей, в которых усилительным элементом служит не электронная лампа, а транзистор.

Бурное развитие полупроводниковой техники обязано некоторым свойствам транзисторов, делающим их незаменимыми в ряде радиоаппаратов. К этим свойствам относятся: отсутствие подогревного катода; ничтожные по сравнению с лампами той же мощности размеры и вес; недостижимый в электронных лампах коэффициент

полезного действия; огромный срок службы, который в условиях правильной эксплуатации равен десятилетиям; высокая механическая прочность и др.

Транзисторы имеют три электрода — эмиттер, базу и коллектор. При сравнении схем с транзисторами и ламповыми триодами можно с известной степенью приближения рассматривать эмиттер у транзистора как аналог катода у электронной лампы, базу — как аналог управляющей сетки, а коллектор — как аналог анода. При такой аналогии можно считать, что схема на транзисторе с подачей сигнала в цепь базы, сопротивлением нагрузки в цепи коллектора и заземленным эмиттером (схема с общим эмиттером) ведет себя так же, как усилительный каскад на ламповом триоде с подачей сигнала в цепь управляющей сетки, сопротивлением нагрузки в цепи анода и заземленным катодом.

Точно так же схема с общей базой соответствует ламповой схеме с заземленной сеткой, а схема с общим коллектором — катодному повторителю, т. е. ламповой схеме, в которой сопротивление нагрузки включено в цепь катода, а анод соединен с плюсом выпрямителя. Такая схема с транзистором называется эмиттерным повторителем.

Каждая из указанных схем на транзисторах имеет вполне определенные параметры и свои преимущества и недостатки по сравнению с другими, поэтому выбор той или иной схемы включения транзистора в усилительный каскад диктуется требованиями, предъявляемыми к усилителю, и его назначением.

В ламповых усилителях независимо от типа применяемых ламп и схемы усилителя напряжение питания от выпрямителя всегда подводится определенным образом (плюсовой полюс к цепи анодов ламп, а минусовый — к катодным цепям).

В отличие от ламповых схем полярность напряжения питания транзисторов зависит от типа их проводимости. Существуют две самостоятельные группы транзисторов. Транзисторы с проводимостью типа *p-n-p* требуют подключать цепь коллектора к отрицательному полюсу источника питания, а цепь эмиттера — к положительному.

Транзисторы с проводимостью типа *n-p-n* требуют включения обратной полярности.

Принципиально безразлично, какой группы транзисторы применять в усилителе, однако в настоящее время транзисторы с проводимостью типа *p-n-p* получили большее распространение. Поэтому описываемые ниже конструкции собраны на транзисторах типа *p-n-p*. На рис. 28 показано условное обозначение транзисторов *p-n-p* и *n-p-n*-типов и подключение их к источнику питания.

В подавляющем большинстве случаев для питания транзисторных схем нужен источник питания напряжением порядка 4,5—9 *в* и лишь для работы оконечных каскадов выходной мощностью от 5 до 25 *вт* требуется напряжение порядка 12—45 *в*. Это обстоятельство, а также отсутствие у транзисторов цепи накала позволяют собирать экономичные усилители низкой частоты с питанием от батарей.

В то же время, несмотря на низкие по сравнению с ламповыми усилителями величины напряжения питания транзисторы весьма чувствительны к перегрузкам. Поэтому даже незначительное превышение допустимых режимов может вывести транзистор из строя.

Особенно опасно для транзисторов «обратное» включение, которое получается, если перепутать местами выводы коллектора и базы. На рис. 29 приведено расположение выводов у основных типов низкочастотных транзисторов.

Для мощных низкочастотных транзисторов очень важно не превышать допустимых значений тока в цепи их электродов. Так, например, если в работающем ламповом усилителе замкнуть накоротко вторичную обмотку выходного трансформатора (или громкоговоритель), лампа из строя не выйдет и после устранения замыкания усилитель будет работать как прежде. У транзисторного же усилите-

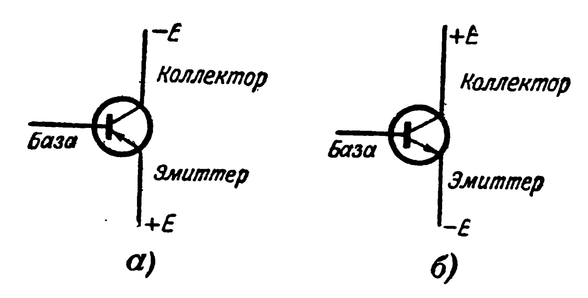


Рис. 28. Условное обозначение транзисторов и подключение их к источнику питания.
а — типа *p-n-p*; *б* — типа *n-p-n*.

ля такое замыкание может оказаться гибельным для оконечного транзистора, так как при этом ток в цепях его электродов может превысить допустимое значение. Поэтому в транзисторных схемах очень важно при регулировке собранного устройства в первую очередь проверить и установить необходимые режимы транзисторов как по напряжению, так и по току.

Весьма важен так же и температурный режим транзисторов, так как их нормальная работа в большой степени зависит от максимальной температуры его рабочей части — спая кристаллов. Если транзистор припаивают без соблюдения определенных правил, то он уже в процессе монтажа может оказаться перегретым и испорченным.

Паять выводы транзисторов можно только нормально разогретым паяльником с применением канифоли или спирто-канифольного флюса и припоя с низкой температурой плавления, чтобы залуживание и пайка вывода происходили быстро, за 2—3 *сек* и весь вывод не успевал сильно нагреться. При залуживании и припаивании выводов транзистора необходимо отводить тепло от нагреваемого места, для чего вывод выше места пайки нужно плотно захватывать плоскогубцами или пинцетом. При укорачивании выводов транзисторов П13—П16 нужно оставлять такую длину выводов, при которой гарантируется отсутствие перегрева корпуса транзистора при пайке его выводов. У транзисторов П201—П203 и П4 укорачивать выводы недопустимо.

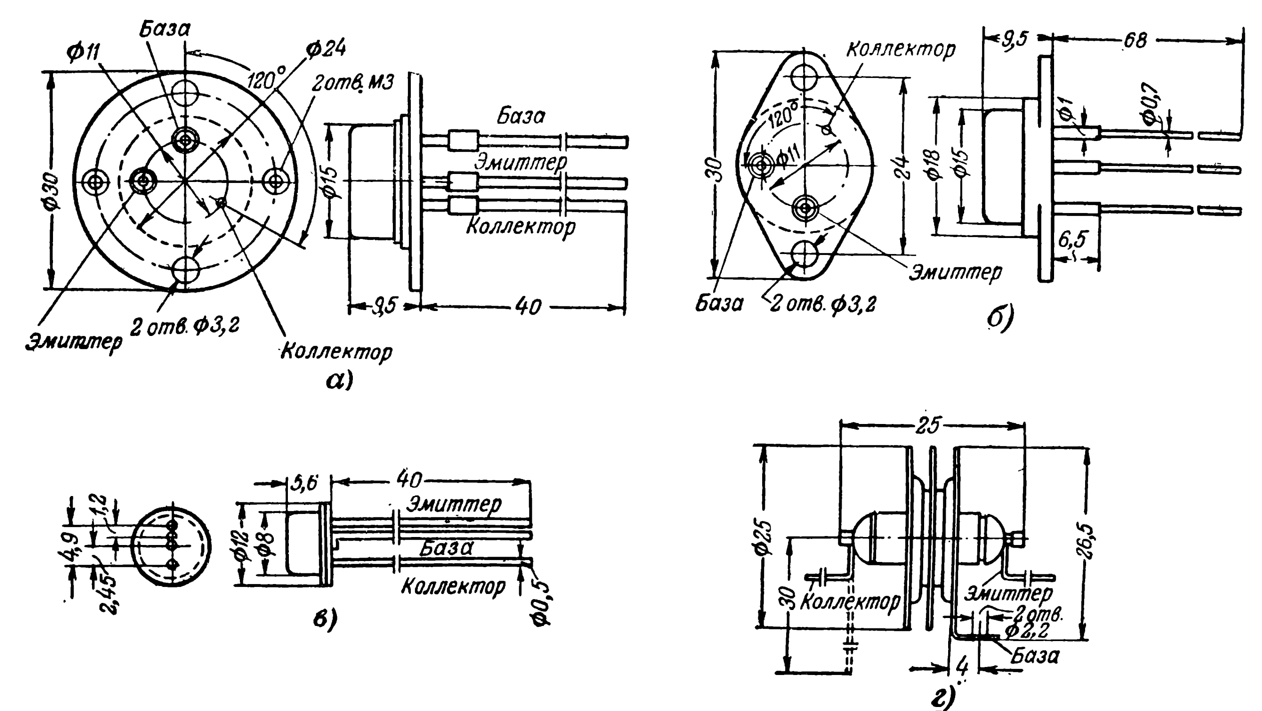


Рис. 29. Расположение выводов у некоторых низкочастотных транзисторов.
а — П4; *б* — П201—П203; *в* — П6, П8—П11, П13—П16, П20, П21, П25, П26, П101—П103, П104—П106; *г* — П3.

Нагрев транзисторов протекающим током неизбежен, однако максимальная температура при таком внутреннем нагреве зависит главным образом от электрического режима транзистора и его охлаждения. Работающий транзистор можно наиболее эффективно и доступно охлаждать путем искусственного увеличения его поверхности. Такое увеличение поверхности возможно либо плотным соединением корпуса транзистора с металлическим шасси, либо применением специальных теплоотводящих радиаторов. Следует оговориться, что эти меры необходимы лишь для мощных оконечных транзисторов и только в тех случаях, когда снимаемая с них полезная мощность близка к предельной. Ниже, при описании отдельных конкретных конструкций, будет указано на необходимость применения теплоотводов в том или ином случае.

Так как для рабочей части транзистора безразлично, вызван ли ее нагрев протекающим через нее током или окружающей средой, то важно, чтобы суммарный нагрев рабочей области не превышал допустимой величины. А это означает, что чем выше температура окружающей среды, тем меньший нагрев остается допустимым для протекающего тока. Таким образом, чем выше температура окружающей среды, тем меньше полезная мощность, которую можно получить от транзисторной схемы.

Это обстоятельство очень важно, так как может оказаться, что походный усилитель, отдававший зимой неискаженную мощность порядка 4—5 *вт,* летом при температуре окружающего воздуха 30—35° С сможет отдать мощность только 0,5—1,0 *вт*, а при попытке «снять» с усилителя бóльшую мощность его транзисторы выйдут из строя.

Чувствительность усилителей на транзисторах, их уровень собственных шумов и коэффициент усиления также сильно зависят от температуры. Чтобы уменьшить до предела температурные изменения этих параметров, в схемы усилителей на транзисторах вводят дополнительные термокомпенсирующие элементы (сопротивления, термисторы, стабилитроны).

УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ ПРОИГРЫВАТЕЛЯ

Во второй главе был описан простой усилитель на одной лампе 6Ф3П для переносного проигрывателя. Здесь описывается усилитель на четырех транзисторах, имеющий приблизительно такие же параметры.

При питании усилителя от сети переменного тока можно получить неискаженную выходную мощность порядка 2,5 *в* при коэффициенте нелинейных искажений не более 5%. Чувствительность усилителя примерно 180—200 *мв,* полоса пропускания — от 80 до 8 000 *гц*.

Из схемы, приведенной на рис. 30, видно, что усилитель трехкаскадный. Вместо указанных на схеме транзисторов можно использовать транзисторы П13—П16 (в предварительных каскадах) и П202, П203 (в оконечном каскаде). Схема усилителя построена так, что независимо от типов примененных транзисторов можно будет получить приведенные выше параметры (при соответствующей регулировке).

Первый каскад собран по схеме эмиттерного повторителя. Такое включение транзистора не дáет усиления сигнала, но зато

входное сопротивление каскада выше, чем у остальных схем включения транзисторов, что позволяет согласовать входную цепь усилителя с пьезоэлектрическим звукоснимателем.

С эмиттера первого каскада сигнал поступает на второй усилительный каскад, включенный по схеме с общим эмиттером и обладающей наибольшим коэффициентом усиления по напряжению. Нагрузкой этого каскада служит переходной трансформатор, вторичная обмотка которого имеет отвод от средней точки, для получения противофазных напряжений на входе оконечного двухтактного каскада. Такая схема выбрана для уменьшения количества транзисторов и упрощения конструкции.

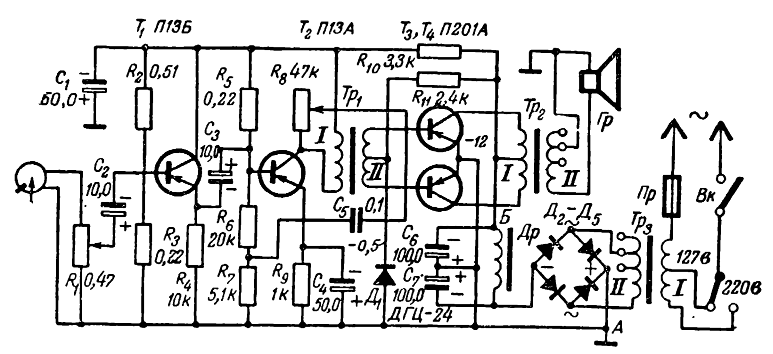


Рис. 30. Принципиальная схема усилителя для проигрывателя.

В цепь базы транзистора второго каскада включен делитель напряжения, состоящий из сопротивлений R_6 и R_7, к точке соединения которых подводится напряжение обратной связи из коллекторной цепи этого же транзистора.

Напряжение обратной связи подается через частотно-зависимую цепочку, которая используется также для регулировки тембра по высоким частотам. Для этого сопротивление R_8 этой цепочки применено переменное. Когда его величина максимальна, глубина обратной связи будет минимальной и частотная характеристика усилителя будет близка к прямолинейной. При минимальной величине сопротивления R_8 глубина обратной связи будет максимальной, что приведет к «завалу» высших частот. При этом будет срезаться характерное шипение граммофонной записи.

Оконечный двухтактный каскад работает в режиме AB_1. Этот режим позволяет получить необходимую неискаженную мощность при сравнительно низком (12 *в*) напряжении питания. При питании усилителя от сети выбор такого низкого напряжения на первый взгляд кажется не оправданным, однако это сделано умышленно, так как в дальнейшем можно будет модернизировать проигрыватель, заменив электродвигатель переменного тока на 12-вольтовый электродвигатель постоянного тока, что позволит сделать проигрыватель с автономным питанием или питанием от автомобильного аккумулятора. Кроме того, при пониженном напряжении питания резко возрастает эксплуатационная надежность усилителя.

4 Зак. 446

Нагрузкой оконечного каскада служит громкоговоритель 2ГД-3 или 4ГД-1, однако можно использовать и два громкоговорителя 1ГД-9 или 1ГД-5 (1ГД-6), включив их параллельно. Для возможности применения любых из указанных громкоговорителей вторичная обмотка выходного трансформатора *Тр*$_2$ выполнена с отводами. При регулировке усилителя нужно подобрать такой отвод, при котором усилитель будет отдавать наибольшую неискаженную выходную мощность.

Питание усилителя осуществляется от 12-вольтового выпрямителя, собранного по мостовой схеме на четырех полупроводниковых диодах *Д*$_2$—*Д*$_5$. Так как для упрощения схемы выпрямитель сделан нестабилизированным, нужно стремиться к тому, чтобы внутреннее сопротивление выпрямителя было минимальным. Для этого лучше применить мощные силовые диоды (Д7В, Д7Г или даже Д202—Д205 и т. п.), а обмотки трансформатора питания *Тр*$_3$ и дросселя фильтра *Др*$_1$ наматывать проводом не тоньше указанного ниже. С этой же целью конденсаторы C_1, C_6 и C_7 нужно применить наибольшей емкости на рабочее напряжение 20 *в*, лишь бы они были приемлемы по конструктивным соображениям.

При питании усилителя от автономного источника напряжением 12 *в* трансформатор питания, выпрямительный мост, дроссель фильтра и конденсатор C_7 из схемы исключают, а источник питания подключают положительным выводом к шине, соединенной с шасси усилителя (точка *А* на схеме), а отрицательным полюсом через выключатель *Вк* к точке *Б* на схеме (минусовая обкладка конденсатора C_6).

Трансформатор *Тр*$_1$ собран на сердечнике из пермаллоевых пластин Ш-7 (толщина набора 14 *мм*). Первичная обмотка содержит 2 000 витков провода ПЭЛ 0,08—0,09 *мм*, вторичная — 250+250 витков провода ПЭЛ 0,15 *мм*.

Трансформатор *Тр*$_2$ собран на железе Ш-12 (толщина набора 24 *мм*). Первичная обмотка состоит из 160+160 витков провода ПЭЛ 0,31 *мм*, вторичная — из 40+15+15+20 витков провода ПЭЛ 0,69 *мм*.

Трансформатор *Тр*$_3$ собран на железе Ш-12 (толщина набора 24 *мм*). Первичная обмотка состоит из 1620+1240 витков провода ПЭЛ 0,15 и 0,12 *мм* соответственно, вторичная — из 150+30+30+ +30+30 витков провода ПЭЛ 0,31 *мм*.

Дроссель *Др*$_1$ собран на железе Ш-12 (толщина набора 19 *мм*) и намотан проводом ПЭЛ 0,31 до заполнения каркаса.

При монтаже усилителя сердечники всех трансформаторов, а также один из выводов вторичной обмотки выходного трансформатора *Тр*$_2$ нужно соединить с шасси усилителя. Транзисторы оконечного каскада размещают на теплоотводящей радиаторной пластине, изготовленной из алюминия или латуни, толщиной 3—5 *мм* (рис. 31). При монтаже транзисторов оконечного каскада

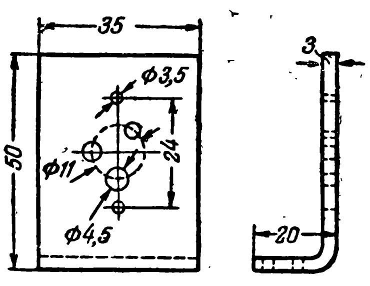


Рис. 31. Радиатор для транзистора.

нужно создать хороший механический контакт между нижней плоскостью триода и поверхностью радиатора, а сами радиаторы вместе с транзисторами изолировать от шасси усилителя, так как корпус транзисторов П201 служит выводом коллектора и должен быть соединен с первичной обмоткой выходного трансформатора.

После проверки монтажа усилителя его включают в сеть и проверяют напряжение на выходе фильтра выпрямителя. Предварительно в разрыв минусовой цепи выпрямителя включают миллиамперметр для контроля общего тока потребления. Этот прибор должен быть включен до конца регулировки усилителя, так как при регулировке оконечного каскада и подборе отвода от выходного трансформатора с помощью этого прибора можно будет установить наименьшее потребление тока усилителем.

При отсутствии сигнала на входе усилителя напряжение питания не должно превышать 13 *в*. Если выпрямленное напряжение значительно отличается от указанного, нужно подобрать отвод от вторичной обмотки трансформатора $Тр_3$.

После этого нужно отпаять выводы первичной обмотки трансформатора $Тр_1$ и подать на них сигнал частотой 1 000 *гц* от звукового генератора, а параллельно громкоговорителю подключить вольтметр переменного напряжения. Сигнал от генератора увеличивают до тех пор, пока не появятся искажения звука.

Записав величину выходного напряжения, соответствующего началу искажений, переключают громкоговоритель к другому отводу вторичной обмотки выходного трансформатора и вновь определяют максимальное неискаженное выходное напряжение. Когда все отводы будут опробованы, останавливаются на том из них, при котором получается наибольшее выходное напряжение без искажения звука, а затем определяют максимальную неискаженную выходную мощность по формуле, приведенной в первой главе.

Эта мощность должна быть не менее 2 *вт*, а потребляемый ток при этой мощности не должен превышать 300 *ма*. В случае большего потребления тока нужно подобрать величину сопротивления R_{11}, для чего вместо него временно устанавливают переменное сопротивление величиной 10 *ком* (в момент включения усилителя переменное сопротивление должно иметь максимальную величину, в противном случае транзисторы могут быть выведены из строя).

Затем, наблюдая за показаниями миллиамперметра, постепенно уменьшают величину переменного сопротивления до тех пор, пока ток потребления не достигнет минимальной величины, при которой еще получается нужная неискаженная выходная мощность. После этого усилитель выключается, а переменное сопротивление осторожно, чтобы не сдвинуть его движок, выпаивают из схемы и измеряют тестером величину сопротивления его рабочей части. Затем на его место впаивают соответствующее постоянное сопротивление.

Одной из причин повышенного потребления тока или недостаточной выходной мощности может оказаться плохой транзистор, который тогда следует заменить.

Отрегулировав оконечный каскад, припаивают на место выводы первичной обмотки трансформатора $Тр_1$, сигнал от генератора подают к нижнему (по схеме) выводу конденсатора C_3, отпаяв предварительно этот вывод от эмиттера транзистора и сопротивления R_4, а электронный вольтметр переменного тока подключают к базам транзисторов T_3, T_4.

Регулятор тембра R_8 устанавливают в положение наибольшего сопротивления, а сигнал частотой 1 000 *гц* подают такой величины, чтобы имелось незначительное, но вполне заметное искажение. После этого, выключив усилитель, временно заменяют сопротивление R_5 переменным сопротивлением порядка 0,33—0,47 *Мом*.

Убедившись в том, что это сопротивление установлено в максимальное положение, включают усилитель и, наблюдая за искажениями, начинают медленно уменьшать величину сопротивления R_5. Если в каком-то положении искажения исчезнут совсем, то нужно будет увеличить сигнал от генератора до появления незначительных, но заметных искажений, и продолжать уменьшать величину сопротивления R_5.

Начиная с некоторого момента, уменьшение сопротивления R_5 приведет вновь к увеличению искажений. После этого нужно будет снова несколько увеличить сопротивление и найти такое положение движка потенциометра, при котором искажения будут минимальными. Затем усилитель выключают, а на место переменного сопротивления впаивается соответствующей величины постоянное.

Закончив регулировку второго каскада, восстанавливают отпаянные участки схемы и приступают к регулировке первого каскада. Он регулируется точно так же, как и второй каскад, только при этом сигнал от генератора подают к входным зажимам усилителя, регулятор громкости устанавливают в положение максимального усиления, а вольтметр подключают к базе транзистора T_2 через конденсатор емкостью 0,1—1 *мкф*. Режим каскада устанавливают подбором величины сопротивления R_2, которое для этого временно заменяют переменным сопротивлением 1—1,5 *Мом*.

Отрегулировав усилитель, проверяют действие регулятора тембра, для чего на вход усилителя подают сигнал частотой 8 000 *гц* такой величины, чтобы на выходе усилителя получить максимальное неискаженное напряжение. Измерив выходное напряжение, поворачивают ручку регулятора тембра в крайнее положение, при котором величина сопротивления R_8 минимальна. При этом напряжение на выходе усилителя должно уменьшиться в 3—5 раз (в зависимости от емкости конденсатора C_5). Такую же проверку делают на частоте 400 *гц*, однако на этой частоте вращение регулятора тембра от одного крайнего положения до другого не должно изменять напряжение на выходе усилителя.

Граничную частоту для регулятора тембра, т. е. ту частоту, с которой изменение выходного напряжения усилителя при вращении регулятора тембра начинает становиться заметным, обычно выбирают в области 800—2 000 *гц*. Для этого нужно подобрать емкость конденсатора C_5 (при увеличении емкости конденсатора граничная частота сдвигается в сторону более низких частот, при уменьшении — в сторону более высоких).

Конструктивно усилитель можно оформить так же, как и усилитель на лампе 6Ф3П, описанный во второй главе. Можно также использовать старый патефон, оставив в нем механизм вращения диска, патефонную мембрану заменить пьезо- или электромагнитным звукоснимателем, а усилитель разместить в ящике патефона на месте звуковыводящего раструба. Громкоговоритель в этом случае можно разместить на откидной крышке патефона, вырезав для него соответствующее отверстие.

В последнем варианте целесообразно питать усилитель не от сети переменного тока, а от батарей, разместив их внутри ящика патефона в специальном отсеке. Батареи можно применять любые напряжением 12 *в*. Имеет смысл использовать шесть батареек от карманного фонаря, соединив их в две параллельные группы из трех последовательно соединенных батареек каждая. Начальное напряжение такой батареи будет около 14 *в*, однако оно довольно быстро снизится до 12 *в*, после чего батарея будет работать продолжительное время.

УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ КАРМАННОГО ПРИЕМНИКА

Этот усилитель (рис. 32) специально предназначен для увеличения выходной мощности карманного приемника, с тем чтобы им можно было озвучивать большую палатку, лужайку или чтобы с ее

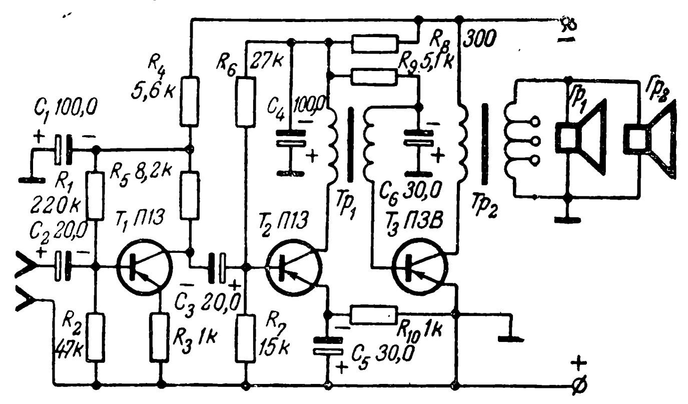


Рис. 32. Принципиальная схема усилителя для карманного приемника.

помощью можно было слушать радиопередачу на «ходу» не одному человеку, а группе людей.

Выбор сравнительно устаревшего транзистора П3В для выходного каскада обусловлен соображениями наименьшего потребления энергии при заданной выходной мощности. Если приобрести этот транзистор будет трудно, то его можно заменить транзисторами П201—П203.

Вход усилителя нерегулируемый. На него подается сигнал с телефонных гнезд приемника, громкость звука которого регулируется имеющейся в нем ручкой.

Сопротивление в цепи эмиттера первого каскада не шунтировано конденсатором, в результате чего этот каскад оказывается охваченным отрицательной обратной связью по току. В цепи базы этого транзистора имеется делитель напряжения из сопротивлений R_1 и R_2 для выбора рабочей точки. Применение такого делителя одновременно улучшает стабильность работы каскада.

Второй каскад выполнен также по схеме с общим эмиттером. Нагрузкой его служит переходной трансформатор $Тр_1$, намотанный на сердечнике Ш-7 (толщина набора 14 *мм*). Его первичная обмотка содержит 5 000 витков провода ПЭЛ или ПЭВ 0,07 *мм*. Наматывать ее нужно очень аккуратно, так как тонкий провод при неравномерном натяжении легко обрывается. Через каждые 500 витков нужно прокладывать один слой конденсаторной (или папиросной) бумаги. Вторичная обмотка содержит 500 витков провода ПЭЛ 0,12 *мм*. Сердечник для этого трансформатора лучше сделать из пермаллоя 45Н.

В коллекторную цепь транзистора оконечного каскада включен выходной трансформатор $Тр_2$, вторичная обмотка которого нагружена на два параллельно включенных громкоговорителя 1ГД-9.

Трансформатор $Тр_2$ собран на железе Ш-12 (толщина набора 24 *мм*). Первичная (коллекторная) обмотка содержит 400 витков провода ПЭЛ или ПЭВ 0,31 *мм*, вторичную обмотку наматывают проводом 0,5—0,6 *мм* до заполнения каркаса.

Так как радиолюбитель может вместо транзистора П3В применить транзисторы П201—П203 и, кроме того, использовать другой громкоговоритель, то вторичную обмотку трансформатора лучше выполнить с отводами (отводы лучше делать после каждого слоя обмотки).

Для питания усилителя можно применить батарейки от карманного фонаря, как это указывалось для предыдущего усилителя, или любой другой источник питания напряжением 12 *в*.

Номинальная неискаженная выходная мощность усилителя 0,6 *вт*.

Конструктивно усилитель может быть выполнен различно, однако можно рекомендовать сделать небольшую переносную коробку-сумку, в которой разместить усилитель, батареи и предусмотреть гнездо для карманного приемника. Коробку удобно снабдить ремнем для переноски ее на плече (как фотоаппарат).

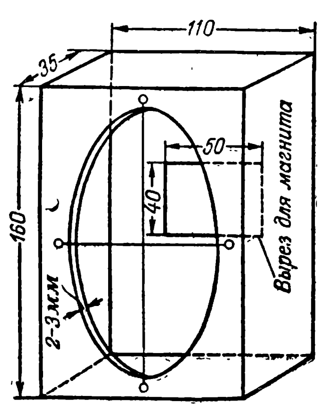


Рис. 33. Ящик для громкоговорителя.

Громкоговорители лучше всего разместить в двух одинаковых ящиках, как показано на рис. 33. В случае использования усилителя для озвучивания палатки или открытой площадки их можно будет разнести на некоторое расстояние друг от друга для более равномерного распределения звука.

Налаживание усилителя несложно и не отличается от налаживания предыдущего.

Если для питания усилителя применена аккумуляторная батарея, то целесообразно изготовить простейшее зарядное устройство, схема которого приведена на рис. 34, а конструкция на рис. 35. С помощью этого устройства можно будет в любом селении, имеющем электроэнергию, подзарядить аккумулятор.

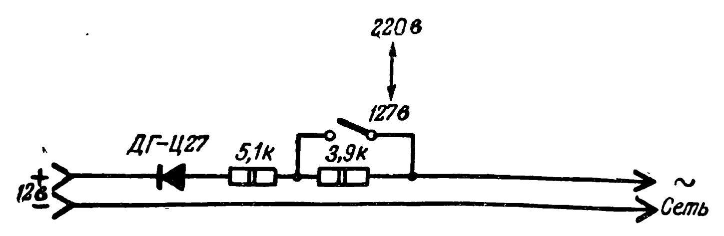


Рис. 34. Схема зарядного устройства.

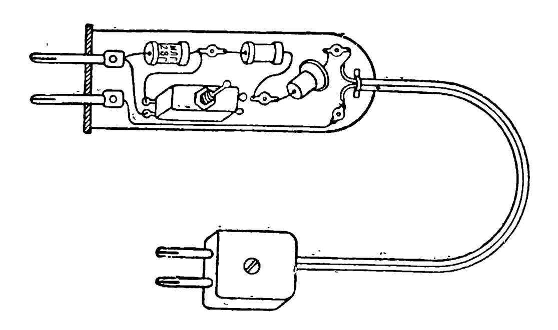


Рис. 35. Конструкция зарядного устройства.

УСИЛИТЕЛЬ К АВТОМОБИЛЬНОМУ ПРИЕМНИКУ

Большинство автомобильных радиоприемников имеет усилитель, выполненный на электронных лампах, и отдающий 1—2 *вт* неискаженной мощности при питании от источника напряжением 250 *в*.

Поскольку источником тока на автомобиле служит аккумуляторная батарея напряжением 12 или 6 *в*, то для питания приемника применяют механический вибропреобразователь, преобразующий напряжение аккумуляторной батареи в переменное напряжение, которое затем трансформируется и вновь выпрямляется высоковольтным выпрямителем.

Так как главный потребитель энергии в приемнике — усилитель низкой частоты, целесообразно заменить его на транзисторный. При такой замене, во-первых, отпадает необходимость питать анодные цепи усилителя через преобразователь, поскольку для транзисторного усилителя вполне достаточно источника питания 12 *в*, а, во-вторых, будет сэкономлено несколько ватт мощности, расходуемой на накал ламп в ламповом усилителе.

Описываемый усилитель содержит четыре транзистора и при питании напряжением 12 *в* отдает неискаженную выходную мощность около 5 *вт*. Повышенная мощность нужна для того, чтобы на выход усилителя можно было включить три громкоговорителя, два из которых устанавливают на предоконном пространстве перед

задним стеклом в специальных коробках-отражателях (рис. 36), с направленным на потолок излучением звука, а третий — на приборном щитке перед водителем. Такая система создает равномерное озвучивание кабины.

Помимо этого, на выходе усилителя имеется переключатель, позволяющий подключать к усилителю выносную акустическую си-

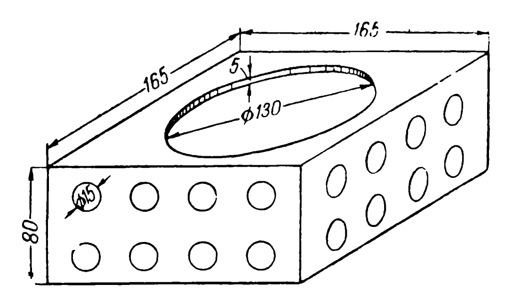


Рис. 36. Коробка для громкоговорителя.

стему, с помощью которой можно озвучивать открытую площадку при загородных и туристических поездках. Схема усилителя приведена на рис. 37. Первый каскад собран по схеме с общим эмиттером, а нагрузкой его служит переходной трансформатор $Тр_1$. В цепь коллектора транзистора T_1 включен регулятор тембра, состоящий из переменного сопротивления R_5 и конденсатора C_4, регулирующий частотную характеристику усилителя по высоким частотам.

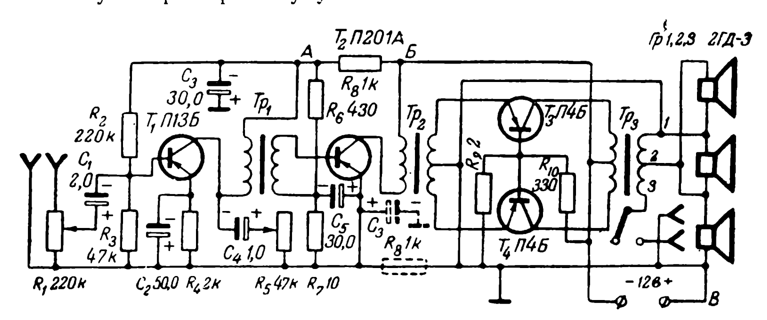


Рис. 37. Схема усилителя для автомобильного приемника.

Второй, предоконечный каскад, собран на транзисторе П201А по схеме с общим эмиттером. Применение здесь сравнительно мощного транзистора необходимо для раскачки мощного двухтактного каскада на транзисторах П4Б. Связь второго каскада с оконечным также трансформаторная, позволяющая наиболее просто получить на выходе противофазные напряжения, необходимые для работы двухтактного оконечного каскада.

Оконечный каскад собран на двух мощных транзисторах П4Б, причем сигнал от предоконечного каскада подается не на базы транзисторов, а в цепь эмиттеров с помощью вторичной обмотки трансформатора Tp_2. При этом транзисторы оказываются для постоянного тока включенными по схеме с общим эмиттером, а для переменного тока — по схеме с общей базой.

Такая схема включения позволяет получить максимальную выходную мощность при малых искажениях. Каскад работает в режиме АВ, режим каскада устанавливают с помощью сопротивления R_{10} таким, чтобы при отсутствии сигнала на его входе общий потребляемый ток составлял не более $^1/_3$ от полного тока, потребляемого каскадом при полной выходной мощности.

Транзисторы оконечного каскада, отдающие сравнительно большую мощность, помещают на теплоотводящих радиаторах, размеры и конструкция которых показаны на рис. 38. Каждый из радиа-

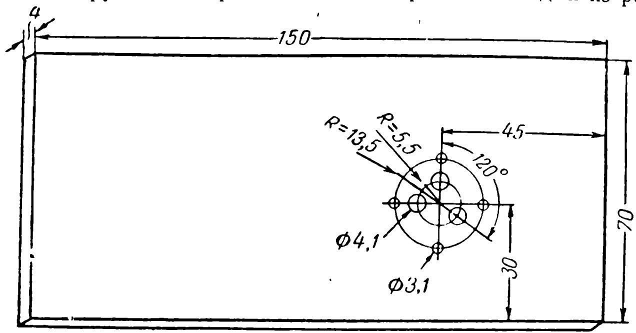


Рис. 38. Конструкция радиаторов для транзисторов П-4.

торов прикрепляют по бокам шасси усилителя. Конструкция шасси и размещение на нем основных узлов и деталей показаны на рис. 39.

Громкоговорители должны быть включены синфазно, для чего два из них, размещаемые у заднего стекла, соединяют между собой так, как показано на рис. 27, а провода от них припаивают к выводам *1, 2* вторичной обмотки выходного трансформатора. Затем на усилитель подают сигнал частотой 200—400 *гц* такой величины, чтобы громкость внутри машины была очень небольшой, и подключают параллельно двум громкоговорителям третий, на приборном щитке.

Если при этом громкость звука заметно возрастет, значит, третий громкоговоритель подключен правильно. В противном случае нужно изменить полярность его подключения. При фазировке громкоговорителей необходимо, чтобы они были установлены на свои места, все окна и двери машины закрыты.

Способ крепления задних громкоговорителей может быть любым. Кроме того, нужно обеспечить свободный выход звука из акустических коробок, показанных на рис. 36. Для этой цели в боковых стенках коробок нужно сделать отверстия.

Во всех случаях для предохранения громкоговорителей от пыли их нужно целиком, вместе с магнитными системами, поместить

в марлевые мешочки, завязав все свободные края марли со стороны скобы магнитной системы.

Выносную акустическую систему можно выполнить различно. Наиболее просто использовать для нее один громкоговоритель 4ГД-1, поместив его в отдельный чемоданчик наподобие описанного во второй главе. В этом же чемодане помещают и соединительный шланг длиной 10—12 *м* из провода сечением не менее 1,5 $мм^2$.

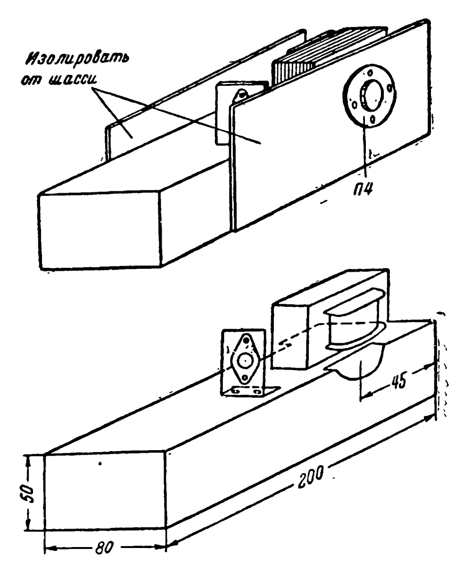


Рис. 39. Конструкция усилителя.

Для подключения выносного громкоговорителя в усилителе предусмотрено специальное телефонное гнездо с блокировочным контактом, отключающим основные громкоговорители при вставлении в него вилки шнура выносного громкоговорителя. Если радиолюбитель не сможет достать такое гнездо, то нужно установить в усилителе дополнительный переключатель для отключения основных громкоговорителей.

При использовании громкоговорителя 4ГД-1 в качестве выносного его подключают к выводам *1—3* вторичной обмотки выходного трансформатора. В случае применения громкоговорителей другого типа нужно изменить число витков вторичной обмотки, для чего лучше всего сразу намотать ее с отводами и при регулировке усилителя подобрать оптимальный отвод.

Размещать усилитель в машине можно в любом месте, однако удобнее всего укрепить его на левой боковой стенке у места водителя. Питающие провода усилителя нужно соединить с входными гнездами вибропреобразователя, при этом одновременно с приемником будет включаться и усилитель.

При подключении питающих проводов усилителя к блоку вибропреобразователя необходимо обратить внимание на полярность системы зажигания данной автомашины. У машин прежних выпусков с шасси (кузовом) был соединен положительный полюс батареи, теперь же на всех машинах введена обратная полярность, и с корпусом машины соединен отрицательный полюс.

Если усилитель будет устанавливаться на машинах первой группы (с заземленным плюсом), то общая плюсовая шина усилителя, его кожух и нулевой провод входного гнезда нужно непосредственно соединить с шасси автомобиля, а входное гнездо с помощью экранированного провода (или еще лучше кабелем РК-19) соединить с движком переменного сопротивления регулятора громкости приемника.

При установке усилителя в машинах последних выпусков (с заземленным минусом) усилитель придется немного переделать. Переделка будет состоять в следующем. Сопротивление R_8 и конденсатор C_3 включают так, как показано на схеме пунктиром, точки *А* и *Б* минусового провода соединяют перемычками, и всю минусовую цепь усилителя соединяют с корпусом машины. Плюсовую шину усилителя (точка *В*) соединяют с блоком вибропреобразователя после выключателя питания приемника, между точками *Б* и *В* включают дополнительный электролитический конденсатор возможно большей емкости (500—2 000 *мкф*).

В этом случае корпус (шасси) усилителя и его кожух нельзя использовать как общую шину питания. Их соединяют с корпусом автомобиля, а общую (плюсовую) шину усилителя выполняют из толстой (1—1,5 *мм*) медной луженой проволоки, укрепленной на изолированных опорных точках. Сигнал от регулятора громкости в этом случае подводят к усилителю кабелем РК-19. Со стороны усилителя жилу кабеля присоединяют к потенциальному проводу входного гнезда, а нулевой провод гнезда вместо плюсовой шины усилителя, как указано на схеме (рис. 37), присоединяют к минусовой, заземленной шине. В эту же точку припаивают и оплетку входного соединительного кабеля.

В обоих случаях радиаторы транзисторов должны быть надежно изолированы от шасси и кожуха усилителя и корпуса машины.

При соединении усилителя с приемником необходимо проделать следующее.

Из приемника удаляют лампы, относящиеся к усилителю низкой частоты, а накал оставшихся ламп соединяется так, чтобы их можно было питать от напряжения 12 *в*.

Из приемника выводят кабель или экранированный провод, соединяющий регулятор громкости приемника со входом усилителя.

Громкоговоритель 2ГД-3 на приборном щитке водителя отсоединяют от выходного трансформатора приемника и подключают к выходу усилителя с соблюдением правильной фазировки.

После описанной переделки отдаваемая мощность приемника возрастает в 3—4 раза, а потребляемая мощность от аккумулятора уменьшается вдвое. Кроме того, режим вибропреобразователя намного облегчается, так как с него снимается основная нагрузка — питание оконечной лампы усилителя НЧ, что увеличивает надежность и долговечность работы преобразователя.

Трансформатор Tp_1 намотан на сердечнике из пластин Ш-7, толщина набора 14 *мм*. Первичная обмотка состоит из 5 000 витков

провода ПЭЛ 0,7 *мм*, вторичная — 500 витков провода ПЭЛ 0,12 *мм*. Трансформатор $Тр_2$ намотан на сердечнике из пластин Ш-12, толщина набора 24 *мм*. Первичная обмотка имеет 350 витков провода ПЭЛ или ПЭВ 0,44 *мм*, вторичная 15 + 15 витков провода ПЭЛ 0,8 *мм*. Трансформатор $Тр_3$ намотан на сердечнике из пластин Ш-12, толщина набора 24 *мм*. Первичная обмотка состоит из 60+60 витков провода ПЭЛ или ПЭВ 0,8 *мм*, а вторичная — из 35+18 витков провода ПЭЛ 0,8 *мм*.

Сердечники первого и второго трансформаторов собирают с зазором порядка 0,1—0,15 *мм*, а сердечник выходного трансформатора — без зазора (вперекрышку).

РАДИОМЕГАФОН

Радиомегафоном называется портативный микрофонный усилитель, совмещенный с направленным рупорным громкоговорителем и предназначенный для усиления речи при подаче различных команд.

Радиомегафоны получили широкое распространение при погрузочно-разгрузочных работах в портах и на железнодорожных станциях, на стройках и стадионах; ими пользуются регулировщики уличного движения; с их помощью в санаториях и домах отдыха проводят лечебную гимнастику и физзарядку. В радиолюбительской практике радиомегафон также может найти разнообразное применение, особенно у школьников и пионервожатых.

Схема радиомегафона (рис. 40) представляет собой трехкаскад-

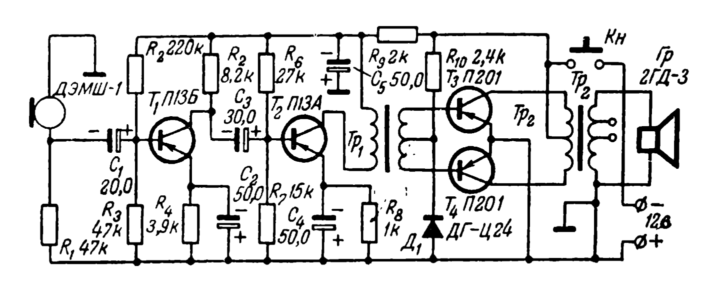


Рис. 40. Схема радиомегафона.

ный усилитель с питанием от 12-вольтового аккумулятора или батареи. Первый, микрофонный, каскад собран по схеме с общим эмиттером. Цепочка R_4C_2, а также делитель напряжения R_2R_3 в цепи базы транзистора обеспечивают достаточную температурную стабилизацию каскада и малую зависимость его основных параметров от величины питающего напряжения.

Следующий, предоконечный, каскад выполнен также по схеме с общим эмиттером с трансформаторной нагрузкой.

Для температурной стабилизации оконечного каскада в делителе напряжения базовой цепи вместо сопротивления применен

диод. В каскаде используются два транзистора П201. Применение других типов транзисторов нежелательно.

В цепи питания предварительных каскадов включен фильтр, состоящий из сопротивления R_9 и конденсатора C_5. Этот фильтр не допускает возникновения паразитной обратной связи по цепи питания и самовозбуждения усилителя.

В радиомегафоне применены микрофон ДЭМШ-1 и громкоговоритель 2ГД-3. Мегафон включают нажатием кнопки *Кн*, расположенной на его ручке.

Конструктивно радиомегафон смонтирован в обычной алюминиевой кастрюле диаметром 150 и высотой 110 *мм*. Кастрюля служит одновременно и защитным кожухом и основанием усилителя. В качестве рупора использована алюминиевая миска наружным диаметром 220, диаметром основания 150 и высотой 90 *мм*.

В дне миски вырезают отверстие диаметром 139 *мм*, в которое вставляют громкоговоритель. Диффузор громкоговорителя защищают от повреждений металлической сеткой, обтянутой с внутренней стороны пыленепроницаемой материей. В крайнем случае вместо сетки можно изготовить из листового алюминия, толщиной 0,5 *мм*, круг диаметром 150 *мм*, насверлив в нем отверстия диаметром 5 *мм*, а вместо защитной материи применить марлю.

Конструкция шасси и расположение деталей в корпусе мегафона зависят от типа примененных батарей или аккумуляторов. Можно рекомендовать два варианта конструктивного выполнения мегафона. В первом из них усилитель монтируют на полукруглой алюминиевой полоске толщиной 1,5 *мм*, укрепленной на скобе магнитной системы громкоговорителя. При такой конструкции весь монтаж оказывается размещенным вокруг магнитной системы громкоговорителя, а аккумуляторы (типа ГД-0,2, или ЦНК-0,45) в количестве десяти штук располагаются на дне кастрюли.

В этом случае громкоговоритель оказывается подключенным к схеме короткими проводниками, а аккумулятор соединяется со схемой длинными мягкими проводами (15—20 *см*). На кожухе мегафона, помимо микрофона и кнопки включения, нужно поместить телефонное гнездо и переключатель, с помощью которых можно будет подзаряжать аккумулятор, не разбирая мегафон.

Во втором, батарейном, варианте усилитель и батареи целесообразно разместить в кожухе. При этом батареи имеет смысл расположить внутри кожуха по его боковой поверхности, прижав их к ней полукруглой скобой любой конструкции. Усилитель монтируют на днище кожуха. Конструкция его шасси будет определяться оставшимся незанятым местом.

В этом случае вся электрическая часть мегафона будет заключена в его кожухе, а для подключения громкоговорителя можно будет применить миниатюрный разъем. Это позволит легко и просто заменять батарею питания.

Микрофон во всех случаях располагают сверху кожуха мегафона ближе к днищу и обязательно так, чтобы его акустическая ось (основное направление приходящего звука) была перпендикулярна оси излучения громкоговорителя. В противном случае при работе мегафона будет возникать акустическая обратная связь. По этой же причине при работе с мегафоном нужно располагать входное отверстие микрофона возможно ближе ко рту говорящего.

К кожуху мегафона снизу приклепывают ручку, внутри которой располагают кнопку включения (рис. 41). Внутрь ручки нужно вставить деревянные бобышки-распорки, а снаружи на ручку надеть толстую хлорвиниловую трубку.

Еще лучше для изготовления ручки применить алюминиевую трубку диаметром 25—30 *мм*, распиленную вдоль. Вместо хлорвиниловой трубки можно обмотать ручку голубой хлорвиниловой изоляционной лентой.

Рис. 41. Конструкция ручки-держателя мегафона.

Регулировка собранного радиомегафона заключается в подборе оптимальных режимов транзисторов. Если при работе мегафона будет наблюдаться акустическая обратная связь, то нужно микрофон поместить в защитный рупорок, который легко сделать из кусочка белой жести. Кроме того, самовозбуждение усилителя может произойти из-за близкого расположения проводов, идущих к громкоговорителю, и проводов, идущих от микрофона к входу усилителя. В этом случае указанные провода нужно поместить в экранирующие оплетки.

Трансформатор $Тр_1$ выполнен на сердечнике из пластин Ш-7 (толщина набора 14 *мм*). Его первичная обмотка содержит 4 000 витков провода ПЭЛ или ПЭВ 0,07 *мм*, а вторичная — 2×400 витков провода ПЭЛ 0,15 *мм*. В сердечнике должен быть зазор 0,1—0,15 *мм*.

Трансформатор $Тр_2$ намотан на сердечнике из пластин Ш-12 (толщина набора 24 *мм*). Первичная обмотка его состоит из 120+120 витков провода ПЭЛ или ПЭВ 0,31 *мм*, а вторичная — из 30+20+20 витков провода ПЭЛ 0,69 *мм*. Сборка сердечника вперекрышку.



СОДЕРЖАНИЕ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЭНЕРГИЯ»

ИНФОРМАЦИЯ РЕДАКЦИИ МАССОВОЙ РАДИОБИБЛИОТЕКИ

Для радиолюбителей-конструкторов

По разделу: Радиоприемники, усилители, источники питания выйдут в 1964 г. следующие книги:

Барсуков Ф. И., Селективные усилители и генераторы низкой частоты, 5 л., 40 000 экз., 20 коп., вып. II кв.

Белов И. Ф., Григоровская Н. А., Транзисторный приемник «Топаз-2» (Сборка и налаживание), 1,5 л., 100 000 экз., 6 коп., вышла.

Бортновский Г. А., Рабочее место радиолюбителя, 2 л., 60 000 экз., 8 коп., вып. III кв.

Журавлев А. А., Мазель К. Б., Преобразователи постоянного напряжения на транзисторах, изд. 2-е, 6 л., 50 000 экз., 24 коп., вып. III кв.

Зотов В. Е. Радиолюбительские карманные приемники на транзисторах, изд. 2-е, переработанное и дополненное, 3 л., 100 000 экз. 12 коп., вышла.

Божко И. М., Локшин К. А., Транзисторные приемники промышленного изготовления, 8 л., 100 000 экз., 24 коп., вып. IV кв.

Микиртичан Г. М., Переносный транзисторный супергетеродин, 3 л., 75 000 экз., 12 коп., вышла.

Попов П. А., Расчет транзисторных усилителей звуковой частоты, изд. 2-е, переработанное, 7 л., 60 000 экз., 28 коп., вып. III кв.

Прилюк Н. В., Карманный радиоприемник на транзисторах, 2 л., 100 000 экз., вып. II кв.

Сроки выхода книг и цена их указаны ориентировочно.

Издательство «Энергия» и редакция «Массовой радиобиблиотеки» книг не высылают.

Книги Массовой радиобиблиотеки (МРБ) высылают наложенным платежом без задатка отделения «Книга-почтой». Они имеются во всех республиканских, краевых и областных центрах СССР.

Заказ следует адресовать так: название республиканского, краевого или областного центра, книготорг, отделению «Книга-почтой».

Книги в адрес «Полевая почта» и «До востребования» высылаются только по получении стоимости книг и стоимости пересылки их почтой.

Рекомендуется заказывать книги МРБ только по плану текущего года, книги МРБ расходятся очень быстро и поэтому выпуски прошлых лет давно уже распроданы.

Полностью план МРБ опубликован в журнале «Радио» № 2 за 1964 г.

Мне всегда нравились старые, сильно потрёпанные книжки. Потрёпанность книги говорит о её высокой востребованности, а старость о вечно ценном содержании. Всё сказанное в большей степени касается именно технической литературы. Только техническая литература содержит в себе ту великую и полезную информацию, которая не подвластна ни политическим веяниям, ни моде, ни настроениям! Только техническая литература требует от своего автора по истине великих усилий и знаний. Порой требуется опыт целой жизни, чтобы написать небольшую и внешне невзрачную книгу.

К сожалению ни что не вечно в этом мире, книги треплются, разваливаются на отдельные листы, которые затем рвутся в клочья и уходят в никуда. Плюс ко всему орды варваров, которым без разницы, что бросить в костёр или чем вытереть свой зад. Именно их мы можем благодарить за сожженные и растоптанные библиотеки.

Если у Вас есть старая книга или журнал, то не дайте им умереть, отсканируйте их и пришлите мне. Совместными усилиями мы можем создать по истине уникальное и ценное собрание старых технических книг и журналов.

Сайт старой технической литературы:
http://retrolib.narod.ru
http://retrolib.msevm.com

С уважением,
Архивариус